This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

550.2
D331HA
BRAN

Anleitung

zum

naturwissenschaftlichen

Beobachten

für

Gebildete aller Stände.

I.

Geologie

von

H. T. De la Beche.

Aus dem Englischen

von

F. Rehbock, Dr. d. Philos.

Mit einer Vorrede

von

H. von Dechen,

Königl. Preufs. Geheimen Ober-Berg-Rathe, Professor der Bergbaukunde an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin, auswärtigem Mitgliede der geologischen Gesellschaft zu London.

Mit 138 *in den Text eingedruckten Original-Holzschnitten.*

Berlin, 1836.

Veit und Comp. A. Asher.

Johannes Walther.

5502
D331ha

Vorrede.

Schon vielfach ist das Bedürfniſs gefühlt worden, angehenden Geognosten eine Anweisung zur Anstellung von Beobachtungen in diesem Fache des Wissens zu übergeben. Eine solche Anweisung scheint gerade in Bezug auf Geognosie nothwendiger, als für manchen anderen Zweig der Naturwissenschaften, weil die Schwierigkeiten, mit denen der Anfänger, der Ungeübte beim Beobachten zu kämpfen hat, eigenthümlicher Art sind. Nicht in der gewöhnlichen Lage, umgeben von vielseitigen Hülfsmitteln, nicht im Studirzimmer werden geognostische Beobachtungen eingesammelt, nicht die Bruchstücke des Gesteins, welche losgeschlagen, nicht die fossilen Körper, welche aufgesucht worden, bilden das Hauptmaterial, das einer weitern Untersuchung und Vergleichung späterhin vielfach unterworfen werden kann, sondern die Anschauung der Verhältnisse groſer Massen, von denen sich sogar nicht einmal immer an Ort und Stelle Zeichnungen entwerfen lassen, weil das, was dargestellt werden müſste, nicht unmittelbar von einem Standpunkte aus sichtbar wird, sondern sich erst aus

dem ergiebt, was an vielen zerstreut liegenden Punkten bemerkt wurde, ist es, welche der Beobachter aus der Natur, aus den Bergen und Thälern, von den Höhen und Tiefen mit sich fortnehmen mufs. Eine für den damaligen Standpunkt der Wissenschaft vollständige Anweisung der Art enthielten die Agenda geognostica von *K. C. von Leonhard.* Ergänzend schliefst sich denselben die vorliegende Uebersetzung von *De la Beche's* How to observe — Wie soll man beobachten — an. Schon eine flüchtige Ansicht des Inhaltes zeigt, dafs dieses Werk sich wesentlich mit einer Klasse von Erscheinungen beschäftigt, die, noch gegenwärtig fortdauernd, vorzüglich geeignet sind, Licht über die Bildungsweise älterer Formationen zu verbreiten. Ausführlich sind die verschiedenartigen Einwirkungen der Luft und des Wassers auf vorhandene Felsmassen, die mannichfachen Arten der Zerstörung, wie andererseits die als nothwendig sich daraus ergebenden neuen Absätze, Bildungen behandelt worden. Diesem Gegenstande hat *De la Beche* selbst, wie aus seinem Handbuche der Geognosie bekannt ist, schon seit längerer Zeit eine grofse Aufmerksamkeit zugewendet und vielseitige eigene Beobachtungen darüber angestellt. Schon hieraus läfst sich entnehmen, dafs er ganz besonders geeignet war, den Weg auch Anderen zu zeigen, auf welchem hier zu beobachten, auf welchem brauchbares Material zu fernern Fortschritten der Wissenschaft zu sammeln sey.

Höchst wichtig sind die Abschnitte über die Einwirkungen des Meeres auf die Küsten: wenn gleich in unserem Vaterlande nur gewisse Eigenthümlichkeiten der Küstengegenden vorherrschen, und also nicht viele Beobachter in die Lage gesetzt werden, mannichfaltige Verhältnisse der Art selbst zu sehen, zu prüfen

und die gezogenen Resultate anzuwenden. Um so nothwendiger erscheint es aber auch wieder andererseits, dafs das, was auf diese Weise sich der Anschauung in einem gewissen Kreise mehr entzieht, durch genaue Beschreibung, Hervorhebung des Wichtigeren zur Kenntnifs gebracht wird, um wenigstens in den Folgerungen nicht übersehen zu werden.

Eben so verhält es sich mit den Abschnitten, welche die vulkanischen Erscheinungen behandeln. Hierbei dürfte nur auf einen Umstand aufmerksam zu machen seyn, der, wie es scheint, in England noch nicht diejenige Würdigung gefunden hat, welche ihm gebührt. Es ist die Nothwendigkeit eines gründlichen Studiums der Mineralogie, um die Befähigung zu erlangen, mit Nutzen krystallinische Gesteine, die Produkte vulkanischer, plutonischer Thätigkeit zu beobachten. Eine oberflächliche Kenntnifs der Mineralien genügt dabei nicht mehr, sie führt auf Irrwege, von denen kein Heil für die Wissenschaft selbst, keine Befriedigung für die Beobachter zu erwarten ist. Wie viele irrige Ansichten sind aus der mangelhaften Kenntnifs der Mineralien in Bezug auf diese Gesteine hervorgegangen; eine Kenntnifs, die keinesweges ersetzt werden kann, wenn auch einzelne Bruchstücke einer reiferen und genügenderen Betrachtung unterworfen werden. So erwünscht die Vervielfältigung geognostischer Beobachtungen in allen Landstrichen ist, so sehr auch Anleitungen wie die vorliegende dazu beitragen mögen, um dazu zu führen, so ist doch auch im Interesse der Wissenschaft zu wünschen, dafs diese Bemerkung beachtet werden möge.

Der letzte Abschnitt des Werkes dient dazu, einige Andeutungen über die praktische Wichtigkeit der Geognosie zu geben. Rücksichtlich des Berg-

baues ist diese Wichtigkeit in Deutschland von je an erkannt worden und vielfache Beweise dieses Anerkenntnisses sind in allen deutschen Bergwerks-Revieren zu finden; die erste Begründung dieser Wissenschaft ging in Deutschland von der Freiberger Berg-Akademie aus, und dieser Zusammenhang ist in derselben immer noch und zu ihrem wahren Vortheile erkennbar. Dagegen vermissen wir häufig ihre Anwendung auf andere, wichtige Gegenstände des gemeinen Lebens, welche hier angeregt werden, die Anwendung derselben auf den Ackerbau, auf Kunststrafsen, Kanäle, Brunnen und bauliche Anlagen. Die Wichtigkeit dieser Anwendung wird aber schon anerkannt, und so wird auch der Zeitpunkt nicht fern seyn, wo sie, allgemeiner stattfindend, ihre guten Früchte tragen wird.

Mein theurer, der Wissenschaft und seiner Stellung als Professor bei der hiesigen Universität zu früh entrissener Freund, *Friedrich Hoffmann*, hatte dem Herrn Uebersetzer versprochen, diesem Werke einige einleitende Worte hinzuzufügen. Er konnte dieses Versprechen nicht mehr erfüllen; daher glaubte ich, dem Verlangen des Herrn Uebersetzers, diese Verpflichtung zu übernehmen, mich nicht ganz entziehen zu dürfen.

Berlin, im März 1836.

von Dechen.

Vorbemerkung des Originals.

Ein halbes Wort zur rechten Zeit angebracht wiegt eine Karrenladung von Erinnerungen auf. Gray.

Sir John Herschel sagt in seiner Abhandlung über das Studium der Naturkunde, dafs, um ein vollkommener Beobachter in irgend einer Wissenschaft zu werden, nicht nur eine ausgedehnte Kenntnifs der besonderen Wissenschaft, auf welche die Beobachtungen sich beziehen, sondern auch eine Bekanntschaft mit jedem Zweige des Wissens erforderlich ist, der ihn in den Stand setzen kann, die Wirkungen fremder und störender Ursachen zu würdigen. «Dennoch,» fährt er fort, «giebt es wohl kaum irgend Jemand, der, wenn er nur den Willen hat, nicht auch die Fähigkeit besitzt, zu der allgemeinen Masse von Kenntnissen etwas Wesentliches hinzuzufügen, sobald er nur irgend eine besondere Klasse von Thatsachen, die am meisten seine Aufmerksamkeit erregen, oder die seine Stellung ihm am besten mit Erfolg zu studiren erlaubt, regelmäfsig und methodisch beobachtet. Einer oder zwei Gegenstände z. B. können nur durch die vereinigten Beobachtungen einer grofsen Zahl weit verbreiteter Personen wirksam gefördert werden: — Meteorologie, einer der verwickeltsten, aber

wichtigsten Zweige der Naturwissenschaften, ist zugleich derjenige, in welchem ein Jeder, der auf deutliche Regeln achten, und die nöthige Aufmerksamkeit anwenden will, wirksame Dienste leisten kann.

Welchen Nutzen hat nicht die Geologie aus der Thätigkeit industriöser Personen gezogen, die, alle theoretischen Ansichten bei Seite setzend, sich mit dem nützlichen und höchst unterhaltenden Geschäft begnügten, in den von ihnen besuchten Ländern Handstücke zu sammeln? Kurz, es giebt keinen Zweig des Wissens, in welchem nicht, wenigstens wenn nützliche und verständliche Fragen mit Bestimmtheit vorgelegt werden, eine grofse Masse werthvoller Aufschlüsse von denen gegeben werden könnten, die in der Heimath oder im Auslande, zu Hause oder auf Reisen, gern die sich ihnen darbietende Gelegenheit, nützlich zu seyn, ergreifen.»

Diese Bemerkungen, welche zu einem Werke Anlafs gaben, das den Titel führt: «How to observe» (Wie soll man beobachten) geben hinreichende Auskunft über dessen Zweck.

Bis jetzt ist wenig gethan, um die Beobachter mit detaillirten Instruktionen zu versehen. Eine Hauptausnahme von dieser Bemerkung machen die in Hrn. Babbage's bewunderungswürdigem Werke «On the Economy of Manufactures» gegebenen Anleitungen. Auf den Nutzen und das Vergnügen, welche genaue Beobachtungen gewähren, ist in der That oft hingewiesen worden; allein nirgends ist dies besser geschehen, als in der Erzählung «Eyes and no Eyes» in «Evenings at Home.» Die beste Weise, die Liebe zum Beobachten zu erregen, ist wohl die, wenn man lehrt, «wie man beobachten mufs.» Zu diesem Zwecke wollte man anfangs in einem oder zwei

Bänden einige Andeutungen geben für Reisende oder Studirende, um ihre Aufmerksamkeit auf diejenigen Punkte zu richten, die in den verschiedenen Zweigen, in der Geologie, Naturgeschichte, dem Ackerbau, den schönen Künsten, der allgemeinen Statistik und den gesellschaftlichen Verhältnissen untersucht und beobachtet werden müssen. Bei genauerer Erwägung wurde indefs beschlossen, den Plan etwas zu erweitern, und die grofsen Abtheilungen auf dem Felde der Beobachtungen zu trennen, so dafs diejenigen, welche sich zu einem besonderen Zweige der Forschung hingezogen fühlen, nicht durch andere Theile belästigt werden, die sie nicht auf gleiche Weise interessiren. So besteht dies Werk über Geologie für sich, obgleich es zu dem allgemeinen Plan der Reihe gehört.

Es steht zu hoffen, dafs diese «Anleitung zum Beobachten» dem wissenschaftlichen Reisenden und dem Studirenden von Nutzen seyn und auch zugleich dazu beitragen wird, Andere zu veranlassen, über alle oder einige der angegebenen Gegenstände Belehrung zu sammeln. Auf diese Weise kann vielleicht aus einem Müfsiggänger ein forschender und nützlicher Beobachter werden, der die Fähigkeit erlangt, einen unangenehmen und öden Weg in einen interessanten und angenehmen umzuwandeln. Dazu ist nicht erforderlich, dafs der Beobachter von allen Gegenständen, die sich seinen Beobachtungen darbieten, tiefe Kenntnisse besitze. Er wird sich bald hinreichende Kenntnisse erwerben, um gehörig zu würdigen, was er sieht, und auszudrücken, was er fühlt. Der Reiz, den eine solche Gewohnheit zu beobachten den Beschreibungen der gewöhnlichsten Dinge verleiht, zeigt sich deutlich in denjenigen Werken, worin,

der Beobachter das, was er mit eigenen Augen gesehen hat, einfach und genau schildert. Wer hat nicht immer wieder mit neuem Vergnügen White's Natural History of Selborne gelesen, ein Werk, worin die Wichtigkeit genauer und detaillirter Beobachtungen dargethan und zugleich gezeigt wird, wie geringe wissenschaftliche Kenntnisse erforderlich sind, um sowohl Wichtiges als Interessantes zu leisten. Andererseits sind die mit Beredsamkeit und malerischen Schilderungen reichlich ausgestatteten Schriften von St. Pierre jetzt fast vergessen, weil ihnen jene Sorgfalt und genaue Beobachtung mangelt, die allein auf ein dauerndes Interesse Anspruch machen kann.

London, am 1. Juni 1836.

H. B. K.

Inhalt.

Erste Abtheilung.

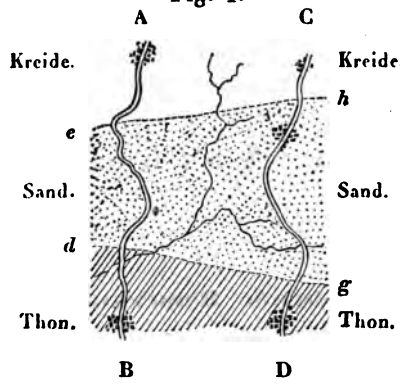
Einleitende Bemerkungen..... Seite 1
Gegenwärtiger Stand der Geologie..... „ 5

Zweite Abtheilung.

I. Zersetzung der Gesteine..... „ 28
II. Fortschaffung der Theile älterer Gesteine durch strömendes Wasser..... „ 32
III. Annagung der Gesteine durch fliefsendes Wasser „ 36
IV. Auswaschung der Küsten durch die Wellen..... „ 42
V. Mechanische Ablagerung des Detritus in Flufsbetten und auf Ebenen..... „ 48
VI. Ablagerung des Detritus in Seen und im Meere... „ 56
VII. Anhäufung des Detritus an Küsten durch die Brandung..... „ 80
VIII. Chemische Ablagerungen aus dem Wasser..... „ 83
IX. Einschliefsung organischer Reste..... „ 85
X. Vulkane..... „ 99
XI. Erdbeben..... „ 111
XII. Allmäliges Emporsteigen oder Versinken grofser Landstriche..... „ 121
XIII. Temperatur der Erde..... „ 123
VIV. Gasausströmungen..... „ 134
XV. Untermeerische Wälder..... „ 136
XVI. Erhebung des Strandes..... „ 138
XVII. Geschiebe und Gerölle..... „ 139
XVIII. Knochen-Höhlen und Knochen-Breccia..... „ 144

Linien mit einander verbindet, gewisse Landstrecken dadurch abgegränzt werden, in denen dieselben Arten des Boden oder Gesteins vorherrschen. Angenommen, es reist Jeman

Fig. 1.



auf dem Wege *B A* von *B* nach *A*, und die Stadt oder da Dorf *B* steht auf Thon, der sich, wie er bemerkt, bis *d* er streckt, wo Sand den Boden und die Gebirgsart des Lande bildet. Der Reisende würde nun wahrscheinlich das vo ihm durchreiste Land als einen Thondistrikt beschreiben Nehmen wir ferner an, derselbe Beobachter findet im Ver folg seiner Reise, dafs der Sandboden bei *e* aufhört und daf Kreide, bis zum Ende seiner Reise bei *A*, das Gestein aus macht, so würde der Reisende gewifs den von ihm durch wanderten Distrikt, als aus Sand, Thon und Kreide beste hend, betrachten, aber es wäre ihm die Richtung, welch eine jede dieser Gebirgsarten nimmt, noch unbekannt.

Nehmen wir nun an, dafs derselbe Reisende Gelegenhei hat, auf einem anderen Wege, *D C*, der dem früheren, *B A* ungefähr parallel, aber einige Meilen von ihm entfernt ist das Land zu durchwandern, und er findet bei *D* einen Thon der dem, worauf *B* liegt, ähnlich ist, so wird er nun höchs wahrscheinlich schliefsen, dafs der Thonboden von *B* sic bis *D* erstreckt. Wenn der Beobachter im Verlauf seine Reise den Thon bei *g* verläfst, und nun dieselbe Art vo Sand findet, die er früher auf dem Wege *B A* bei *d* bemerkte und dann weiterhin bei *h* denselben Kreideboden betritt, de er auf dem vorigen Wege bei *e* gesehen hatte, so wird e darauf geführt werden, auf seiner Charte von *d* nach *g* un von e nach *h* Linien zu ziehen, und dadurch den zwische den Strafsen *B A* und *D C* eingeschlossenen Landstrich i

drei Abtheilungen, in einen Thon-, einen Sand- und einen Kreidedistrikt zu theilen.

Ist der Beobachter in seinem rohen Entwurfe einer geognostischen Charte so weit vorgeschritten, so wird er wahrscheinlich daraus folgern, dafs in diesem Theile des Landes eine gewisse Aufeinanderfolge der Mineralsubstanzen existire, und dies wird ihn veranlassen, andere Theile dieses Distrikts, zur Rechten und zur Linken des schon bekannten, zu durchwandern, um zu sehen, ob dieselbe Art der Aufeinanderfolge sich nach diesen Richtungen fortsetze. Ist dies der Fall, so wird er schliefsen, dafs die Bodenarten oder vielmehr die Gesteine oder Mineralsubstanzen, aus welchen diese hauptsächlich entstanden sind, nicht auf eine verworrene Weise unter einander gemengt sind, sondern dafs sie im Allgemeinen in einer gewissen Ordnung der Aufeinanderfolge vorkommen. Ist er zu diesem Schlusse gelangt, so wird er zunächst sich zu überzeugen versuchen, ob die mineralischen Massen oder Gesteine auf einander liegen, und wenn dem so ist, wird er die relative Ordnung der Auflagerung zu bestimmen suchen. Wir wollen annehmen, er finde z. B. den Thon, wie in dem folgenden Durchschnitt *), Fig. 2.,

Fig. 2.

auf dem Sande, und diesen wieder auf Kreide liegend. Hat er dies an mehreren Orten genau bestimmt, so wird er sich überzeugen, dafs in dem untersuchten Distrikt diese Mine-

*) Ein geologischer Durchschnitt ist, wenn es nicht ausdrücklich anders angegeben wird, immer als vertikal zu betrachten. Wie bei anderen Durchschnitten wird angenommen, dafs etwas Materielles dadurch getheilt werden soll, so dafs, durch die Hinwegnahme eines Theiles, die Struktur des anderen zu erkennen ist. Wenn wir also eine Orange oder einen Apfel mit einem Messer theilen, so machen wir einen Durchschnitt, der uns die innere Struktur, die uns sonst verborgen bleiben würde, erkennen läfst. Einige geologische Durchschnitte sind natürlicher Art, wie sie die Meeresklippen darbieten, andere sind durch die Kunst hervorgebracht, wie z. B. tiefe Einschnitte zur Anlegung von Strafsen und zu anderen Zwecken, noch andere dagegen sind ideal, wie der obige, da sie nach der Kenntnifs von mannigfaltigen Thatsachen construirt werden, welche sie entweder sehr wahrscheinlich oder fast gewifs erscheinen lassen, vorausgesetzt nämlich, dafs bei ihrer Entwerfung die gröfseste Sorgfalt angewendet wurde.

ralsubstanzen oder Gesteine in der Ordnung auf einander folgen, wie es der Durchschnitt darstellt, der zugleich einen ungefähren Begriff von der geologischen Struktur des Landes in der Nähe von London geben kann. Unter dem Thon, der Londonthon (*London-Clay*) genannt wird, weil die Hauptstadt (L.) auf ihm steht, kommt ein mit Thon (plastischer Thon genannt, weil er zur Töpferarbeit angewendet wird) wechselnder Sand vor, der wieder auf der Kreide ruht, die in verschiedenen Entfernungen im *S*, *W* und *N* der Hauptstadt sich in Hügeln erhebt.

Ist nun durch diese einfachen Beobachtungen erwiesen, dafs wenigstens einige Gesteine in einer gewissen Ordnung auf einander folgen, so wird die Wifsbegierde des denkenden Menschen wohl so weit angeregt seyn, dafs er untersucht, ob nicht auch andere Beobachter, in anderen Distrikten und Ländern, ähnliche Reihenfolgen von Gesteinen beobachtet haben. Findet er, dafs dieser Gegenstand schon lange die Aufmerksamkeit Anderer beschäftigt hat, so wird er natürlich begierig seyn, zu erfahren, welche Schlüsse sie aus ihren Beobachtungen gezogen haben, und, „wie man beobachten mufs," um nicht nur einen allgemeinen Begriff von dem, was über diesen Gegenstand schon bekannt ist, sondern auch die Fähigkeit zu erlangen, seine Zeit auf die vortheilhafteste Weise anzuwenden und nicht bei der Beobachtung unbedeutender Dinge zu verschwenden. Es ist unser Zweck, einen allgemeinen Begriff von dem gegenwärtigen Stande der Geologie und zugleich dem Reisenden und Studirenden eine Anleitung zu geben, „wie man beobachten mufs," damit ihre Bemühungen nicht vergebens seyn mögen. Auch hoffen wir, dafs Einige von denen, welche diese Blätter lesen, und bisher diesen Gegenstand nicht beachtet haben, sich dadurch bewogen fühlen, zu beobachten und Thatsachen aufzuzeichnen, die der Wissenschaft förderlich seyn können, und aufserdem unbeachtet bleiben würden.

Gegenwärtiger Stand der Geologie.

Die Untersuchungen der Geologen haben dargethan, dafs die Gesteine*), welche die sichtbare feste Oberfläche unserer Erde bilden, entweder aus dem Wasser abgesetzt sind, worin die Substanzen, aus denen sie bestehen, entweder auf mechanische oder chemische Weise enthalten waren, oder dafs sie einst, in Folge der Einwirkung von Hitze auf sie, in einem geschmolzenen flüssigen Zustande gewesen sind. Nach der Art ihres Entstehens werden erstere aus dem Wasser, letztere durch das Feuer gebildete Massen genannt. Man theilt die Gesteine auch ein, je nachdem sie geschichtet oder ungeschichtet sind. Diese Ausdrücke sind gleichbedeutend mit aus dem Wasser oder durch das Feuer gebildet. Es lassen sich, wie sich in der Folge zeigen wird, einige Einwürfe gegen diese Benennungen erheben, da dieselben aber ihre Anwendbarkeit bei dem gegenwärtigen Stande der Geologie nicht aufheben, so werden wir uns der Ausdrücke „geschichtet" und „ungeschichtet" bedienen, wie es am gewöhnlichsten geschieht.

Wenn Gesteine in Lagen getheilt sind, wie die Blätter eines Buches oder wie mehrere über einander gelegte Bücher oder Stücke Tuch, so sagt man, sie sind geschichtet. Findet ein Beobachter eine Reihe über einander liegender Lagen, wie in den Klippen Fig. 3., so hat er ein geschichtetes

Fig. 3.

*) Der Ausdruck Gestein (*rock*) wird von den Geologen auf alle Arten zusammenhängender Mineralmassen, welche die Rinde unserer Erde bilden, sie mögen fest seyn oder nicht, angewendet. So werden die verschiedenen Thone, Mergel, die weichen Sandsteine und andere, Gesteine genannt, da sie Theile der das Land bildenden Reihe von Mineralmassen sind. Selbst incohärente Sandmassen werden Gesteine genannt, wenn sie einen Bestandtheil einer Reihenfolge von Lagern oder Schichten ausmachen.

Gestein oder Gesteine vor sich. Es ist jedoch keineswegs erforderlich, dafs die Gesteine, um geschichtet genannt zu werden, in so dünne Lagen getheilt sind, wie die Blätter eines Buches oder wie über einander gelegte Tücher. Lagen wie sie in Fig. 4. dargestellt sind, heifsen noch geschichtete

Fig. 4.

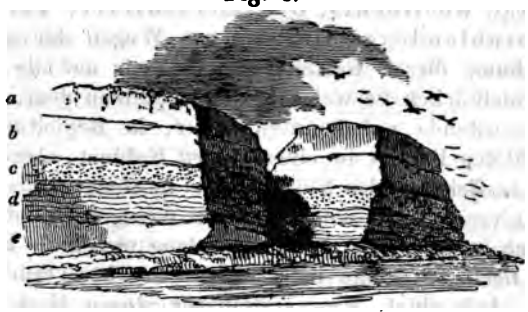
Wenn keine Spuren von Schichten zu entdecken sind, und das Gestein blos eine grofse Masse von Mineralsubstanzen bildet, ohne andere Trennungen, als die Zerklüftungen, wovon später die Rede seyn wird, so sagt man, es ist ungeschichtet. Solche Gesteine haben häufig das unförmliche plumpe Ansehen, wie es Fig. 5. darstellt.

Fig. 5.

Die geschichteten Gesteine werden in zwei Klassen getheilt, in versteinerungsführende und versteinerungsleere. Erstere enthalten Ueberreste von Thieren und Pflanzen, die einst gelebt haben, und deren Ueberbleibsel in verschiedenem Zustande der Erhaltung und Versteinerung

(Mineralisation) vorkommend, gewöhnlich Fossilien oder organische Reste genannt werden. In der letzteren Klasse von Gesteinen dagegen finden sich keine solche Reste. Diese Ausdrücke werden auf die genannten Gesteine im Grofsen und Ganzen angewendet, denn obgleich die versteinerungslosen Gesteine niemals organische Reste enthalten, so sind doch auch viele Schichten der versteinerungsführenden Gesteine ohne solche Reste, und man könnte sie daher, wenn man sie für sich betrachtet, versteinerungslose nennen, da sie jedoch unter einander verbunden sind, wie die versteinerungslose Schicht *c* (Fig. 6.) mit den, organische Reste ent-

Fig. 6.



haltenden Schichten *a*, *b*, *d*, *e*, so müssen sie nothwendig zu der versteinerungsführenden Klasse gerechnet werden, indem die Abwesenheit der fossilen Einschlüsse zufällig und besonderen Umständen zuzuschreiben ist. Die versteinerungslosen Gesteine sind auch bekannt unter dem Namen „primitive" oder „Urgesteine," weil sie die untersten geschichteten Gesteine sind, die wir kennen und die wir daher als zuerst gebildet betrachten. Bei diesen bemerken wir Umstände, die es nothwendig machen, dafs wir, im wahren Geiste philosophischer Untersuchung, äufserst vorsichtig seyn müssen in der Annahme, dafs alle Schichten von Mineralsubstanzen, oder die geschichteten Gesteine, aus dem Wasser abgesetzt worden seyen. Es ist nicht unsere Absicht, in eine Discussion dieses Gegenstandes einzugehen, und wir verweisen zur weiteren Belehrung über denselben auf die verschiedenen geologischen Werke. Wir erwähnen dies nur, um den Leser zu warnen, nicht zu schnell anzunehmen, dafs alle in Lagen getheilte oder geschichtete Gesteine, namentlich aus der Klasse der versteinerungslosen, nothwendig aus dem Wasser abgesetzt seyn müssen.

Die versteinerungslosen Gesteine bestehen gröfstentheils aus einem Gemenge einiger Mineralien, von denen Quarz, Feldspath (gemeiner und dichter), Hornblende, Glimmer, Schörl, Granat, Chlorit, Talk und Steatit die hauptsächlichsten sind. Eine grofse Menge anderer kommt zufällig unter ihnen vor, und eines derselben, der kohlensaure Kalk, bildet, vornämlich als Statüenmarmor, ganze zusammenhängende Gebirgsmassen. Diese Gesteine sind nur selten ohne mehr oder minder ausgebildete krystallinische Zusammensetzung. Sie bilden gröfstentheils verworrene Gemenge von zwei, drei oder mehreren dieser Mineralien und werden dann, nach der eigenthümlichen Art dieses Gemenges, mit verschiedenen Namen belegt, wie Gneufs, Glimmerschiefer, Talkschiefer, Hornblendegestein u. s. w. Wegen der speciellen Beschreibung dieser Gesteine müssen wir auf die geologischen Handbücher verweisen, und empfehlen dem, mit diesem Gegenstande unbekannten Leser, in Begleitung einer unterrichteten Person in einem guten Kabinet oder Museum eine kurze Zeit auf das Studium der in Rede stehenden Gesteine zu verwenden, wodurch er in wenigen Stunden mehr lernen wird, als wenn er Wochen lang nichts als Beschreibungen liest. Es möge indefs hier bemerkt werden, dafs, chemisch betrachtet, die versteinerungslosen Gesteine eine Masse von Silicaten bilden, in denen Carbonate sehr spärlich verbreitet sind. Die hauptsächlichsten Silicate sind die der Thonerde, des Kalis, des Natrons, der Bittererde und der Kalkerde; die Carbonate sind die der Kalkerde und der Bittererde. Die Kieselerde ist der Hauptbestandtheil, nächstdem Thonerde, dann Kali, Bittererde und Natron. Kalkerde und Flufssäure sind sehr weit in kleinen Quantitäten verbreitet; auch die Eisen- und Manganoxyde sind sehr gewöhnlich, ersteres bei weitem vorherrschend.

Auf diesen ruhen die versteinerungsführenden Gesteine und aus ihnen erhalten wir die Gewifsheit, dafs vor ihrer Bildung animalisches und vegetabilisches Leben auf der Erde existirte, da die Ueberreste desselben in ihnen entdeckt worden sind. Unter den Gliedern der Klasse der versteinerungsleeren Gesteine ist keine besondere Ordnung der Aufeinanderfolge zu bemerken, obgleich, im Grofsen und Ganzen betrachtet, die besonderen Mineralmassen, welche Gneufs und Glimmerschiefer genannt werden, als die in den untersten Lagen vorkommenden anzusehen sind. Mit den versteinerungsführenden Gesteinen verhält es sich jedoch anders.

Wir finden bei ihnen eine gewisse Ordnung der Aufeinanderfolge, die niemals in umgekehrter Reihe vorkommt. Ist z. B. die Ordnung von *a*, *b*, *c*, *d*, wie in dem Durchschnitt Fig. 7.,

Fig. 7.

so werden wir niemals finden, dafs *d* auf *a*, oder *c* auf *b* liegt, obgleich es wohl vorkommt, dafs *a* auf *d* ruht, wie in Fig. 8., indem entweder *b* und *c* an dieser Stelle gar nicht

Fig. 8.

gebildet oder vor der Entstehung von *a* zerstört wurden, wodurch dann natürlich *a* unmittelbar auf *d* zu liegen kommt.

Wenn wir sagen, dafs bei den versteinerungsführenden Gesteinen eine bestimmte Ordnung der Aufeinanderfolge herrscht, so ist dies nicht so zu verstehen, als ob einzelne Mineralmassen in der Reihenfolge sich nicht wiederholten, denn sie wiederholen sich in der That. Verschiedene Sandsteine, Thone und Kalksteine, die oft sehr wenig, wenn überhaupt jemals, von einander verschieden sind, folgen als Mineralsubstanzen nicht mehr einer Ordnung, als die angeführten versteinerungsleeren Gesteine. Unter einer bestimmten Ordnung der Aufeinanderfolge bei den versteinerungsführenden Gesteinen verstehen wir, dafs gewisse Massen von Mineralsubstanzen, gleichviel aus welchen Arten von Mineralien sie bestehen, in unterschiedenen geologischen Perioden gebildet worden sind, und dafs sie, so weit die Untersuchungen in Europa, wo sie am meisten studirt sind, reichen, im Ganzen gewisse Ansammlungen von organischen Resten enthalten, die in anderen nicht gefunden werden. Wenn wir z. B. annehmen, dafs eine Reihe versteinerungsführender Gesteine *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i*, *k*, *l*, *m*, *n*, *o* auf einander liegen, wie in Fig. 9. (obgleich man nicht glauben mufs,

Fig. 9.

dafs eine solche Anzahl versteinerungsführender Gesteine in der Natur mit so vollkommener Regelmäfsigkeit und solchem Parallelismus auf einander vorkomme), so würde jedes derselben organische Reste enthalten, die, im Grofsen und Ganzen, von denjenigen, die in den darüber oder darunter liegenden eingeschlossen sind, sich unterscheiden, obgleich *a*, *e*, *g*, *m* Sandsteine, *b*, *d*, *h*, *k*, *o* Schiefer oder Thon und *c*, *f*, *i*, *l*, *n* Kalksteine sind.

Die versteinerungsführenden Gesteine sind, der Bequemlichkeit wegen, in grofse Gruppen getheilt, die verschiedene Namen tragen, welche im Allgemeinen die Länder bezeichnen, in denen jede Gruppe vorzugsweise untersucht und entwickelt ist. Da diese Gesteine hauptsächlich mechanischen Ursprungs, obgleich einige offenbar Niederschläge aus chemischen Lösungen sind, so steht nicht zu erwarten, dafs eine grofse Gleichförmigkeit der mineralogischen Struktur über grofse Flächenräume verbreitet seyn werde, oder dafs wir gar in Gesteinen von gleichem Alter auf der ganzen Erdoberfläche dieselbe mineralogische Zusammensetzung finden sollten — wenn wir nicht etwa annehmen wollen, dafs zu derselben Zeit über die ganze Oberfläche unseres Planeten gleiche Umstände geherrscht haben, was offenbar eine Absurdität seyn würde, da von Gesteinen mechanischen Ursprungs die Rede ist, oder von solchen, die durch zerstörende Einwirkung des Wassers auf ältere Gesteine entstanden und Absätze aus dem Wasser sind, worin ihre Bestandtheile auf mechanische Weise enthalten waren. Um indefs den Leser in den Stand zu setzen, sich mit denjenigen mineralogischen Zusammensetzungen, die innerhalb einer, vergleichungsweise geringeren Ausdehnung als charakteristisch für die versteinerungsführenden Gesteine betrachtet worden sind, bekannt zu machen, so haben wir in der folgenden Tabelle, welche die Ordnung der Aufeinanderfolge und die Unterabtheilungen der versteinerungsführenden Gruppen enthält, eine kurze Uebersicht gegeben von der mineralogischen Struktur der unter der Kreide vorkommenden Schichten oder der tertiären Gesteine, und bemerken noch, dafs diese Strukturen oder Zusammensetzungen nur für mehr oder minder beschränkte Flächen charakteristisch sind, wie wir noch später darzuthun Gelegenheit haben werden.

Verzeichniss

der versteinerungsführenden Gesteine in einem Theile des westlichen Europa's, in absteigender Ordnung.

Gruppe.	Unterabtheilungen.	Mineralogische Zusammensetzung.
1) Gruppe der gegenwärtigen Bildungen. *(Modern group.)*		Aus der Zerstörung älterer Gesteine hervorgegangenes Material *(detritus)* von verschiedener Art, aus dem Wasser abgesetzt, worin seine Bestandtheile mechanisch schwebend enthalten waren; gegenwärtige kalkige, kieslige und andere chemische Absätze aus dem Wasser; Korallcninseln und Riffe, u. s. w.
2) Gruppe über der Kreide. *(Supra-cretaceous group.)* (Tertiäre Gesteine der verbesserten Wernerischen Classification.) *Superior rocks* von *Conybeare.*	*Lyell* behält den Namen tertiäre Gruppe bei und theilt sie in vier Unterabtheilungen: Neuere plioceni-sche, ältere plio-cenische, mioce-nische und eoce-nische Gesteine.	Detritus verschiedener Art, aus dem Wasser abgesetzt; kalkige, kieslige und andere Niederschläge aus chemischen Lösungen, u. s. w.
3) Gruppe der Kreide. *(Cretaceous group.)* Die obersten der secundären Gesteine der verbesserten Wernerischen Classification; das Oberste der *Supermedial rocks* von *Conybeare.*	*a*) Kreide.	Die bekannte kalkige, namentlich in ihren oberen Theilen mit Feuersteinen gemischte Substanz.
	b) Oberer Grünsand.	Ein sandiges Gestein, gröfstentheils sehr kalkig, worin grüne Körner von Eisensilicat häufig sind.
	c) Gault.	Eine thonige Ablagerung von bläulich-grauer Farbe, viel Kalk enthaltend.
	d) Unterer Grünsand.	Sand und Sandsteine, hauptsächlich rostfarbig und grün; letztere Farbe herrscht in den unteren Theilen vor.
4) Oolith-Gruppe. *(Oolitic group.)*	*a*) Portlandstein.	Schichten von Oolithen-Kalk oder Rogenstein, verbunden mit Lagern von dichtem Kalkstein, Feuerstein und Hornstein.
	b) Portland- oder Kimmeridgesand.	Kieslig-kalkiger Sand und Concretionen.
	c) Kimmeridge-thon.	Ein zuweilen kohlenhaltiges, thonig-kalkiges Lager.

Gruppe.	Unterabtheilungen.	Mineralogische Zusammensetzung.
4) Oolith-Gruppe. (Fortsetzung.)	*d*) Oberer kalkhaltiger Grit.	Ein sandiges Gestein.
	e) Coral-Rag.	So genannt von den gewöhnlich in grofser Menge darin vorkommenden fossilen Korallen. Der hiermit verbundene Oolithenkalk ist oft von so grobem Korne, dafs man ihn Pisolith nennen kann.
	f) Unterer kalkhaltiger Grit.	Ein sandiges Gestein.
	g) Oxfordthon.	Ein grauer, thonig-kalkiger Absatz, in dessen unteren Theilen oft ein kalkhaltiger Sandstein, Kelloway-Rock genannt, vorkommt.
	h) Grofser Oolith. Enthält in absteigender Ordnung: 1) Cornbrash. 2) Forest marble. 3) Bradfordthon. 4) Grofs- oder Bath-Oolith.	Eine Reihe von dichten, oolithischen und zerreiblichen Kalkgesteinen, zuweilen mit Thon oder Mergel verbunden. Merkwürdig wegen seiner organischen Einschlüsse ist der *Stonesfield*-Schiefer, der zuweilen die Unterlage des Grofs-Ooliths bildet.
	i) Walkererde. (*Fuller's earth.*)	Eine thonige Ablagerung, so genannt, weil man in einigen Gegenden die Walkerde aus ihr gewinnt.
	k) Unterer Oolith.	Der obere Theil wird aus Kalklagern gebildet, worin häufig Körner und kleine Knollen von Eisenhydrat vorkommen, während der untere Theil hauptsächlich aus kalkig-kiesligem Sand mit Concretionen besteht.
	l) Lias.	Eine thonig-kalkige Ablagerung, worin, namentlich in den unteren Theilen, Schichten von thonigem Kalkstein häufig vorkommen.
5) Gruppe des rothen Sandsteins. (*Red sandstone group.*)	*a*) Bunter oder rother Mergel.	Mergel von verschiedener Färbung, roth, blau, grau, grün und weifs; ersterer bei weitem vorherrschend. Gyps kommt häufig und Steinsalz zuweilen darin vor.
	b) Muschelkalk.	Kalksteinlager von veränderlichem Gefüge, am häufigsten jedoch grau und dicht. Das Gestein ist zuweilen dolomitisch.

Gruppe.	Unterabtheilungen.	Mineralogische Zusammensetzung.
5) Gruppe des rothen Sandsteins. (Fortsetzung.)	*c*) Rother oder bunter Sandstein.	Eine sandige Ablagerung, hauptsächlich thonig und kieslig, von verschiedener Färbung, grün, weifs, blau und roth; letztere vorherrschend. Hier und da Massen von Gyps enthaltend und Steinsalz.
	d) Zechstein oder *Magnesian Limestone.*	Kalksteinlager, worin kohlensaure Talkerde in veränderlichen Mengen zerstreut ist, so dafs dies Gestein zuweilen die krystallinische Zusammensetzung des aus kohlensaurem Talk und kohlensaurem Kalk bestehenden Dolomits erhält. Das Ganze ruht auf einem Mergelschiefer, der in Deutschland Kupfererze enthält und deshalb Kupferschiefer genannt wird.
	e) Rothliegendes.	Eine Reihe rother Sandsteine und Konglomerate, hier und da mit rothem Mergel oder Thon. An einigen Orten herrschen die Sandsteine vor, an anderen die Konglomerate; letztere nehmen im Allgemeinen die unteren Theile ein.
6) Kohlen-Gruppe. (Diejenigen Geologen, welche die verbesserte Wernerische Methode annehmen, weichen in Beziehung auf diesen Theil der Gesteinreihe von einander ab. Einige beginnen die Reihe der Uebergangs-Gesteine mit *a*, Andere mit *b*, und noch Andere mit *c*.) *Medial rocks* von Conybeare.	*a*) Kohlengebirge.	Abwechselnde Schiefer, Sandsteine und hier und da Konglomerate, zwischen welchen Kohlenlager vorkommen, die an Mächtigkeit sehr verschieden sind.
	b) Kohlenführender Kalkstein. *(Carboniferous limestone.)*	Dichter Kalkstein, gröfstentheils von grauer Farbe, ist oft so hart, dafs er als Marmor verarbeitet werden kann.
	c) Alter rother Sandstein. *(Old red sandstone).*	Eine Reihe von Sandsteinen, hauptsächlich von rother Farbe, in denen zuweilen Konglomerate und kalkige Massen, *Cornstones* genannt, vorkommen.

Gruppe.	Unterabtheilungen.	Mineralogische Zusammensetzung.
7) Gruppe der Grauwacke. Uebergangs-Gesteine der Wernerischen Classification; *Submedial rocks* von *Conybeare.*		Eine beträchtliche Anhäufung von sandigen Gesteinen, hier und da mit Konglomeraten. Hauptsächlich aus thonigen und kiesligen Massen bestehend, welche Schiefer und Sandsteine bilden. Kalkstein kommt an verschiedenen Punkten der Reihe sehr untergeordnet vor, und zuweilen finden sich Anthracit-Lager darin. Die Färbung ist häufig grau und braun, aber die rothe findet sich auch in allen Theilen der Reihe an einzelnen Stellen. Die unteren Theile scheinen durch das zunehmende Vorkommen krystallinischer Schichten allmälig in die versteinerungslosen Gesteine überzugehen.

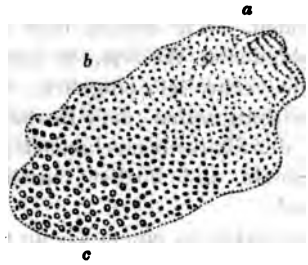
Wir haben gesagt, dafs die oben angegebene Zusammensetzung der Gruppen und ihrer Unterabtheilungen nur für geringe Flächenräume als charakteristisch zu betrachten ist. Um dies zu beweisen, wollen wir nur anführen, dafs, während die Masse des grofsen Ooliths von Somerset und Wilts hauptsächlich aus Kalk besteht, der Reste von Meeresthieren in Menge enthält, sein Aequivalent in Yorkshire vorzugsweise aus Sandstein- und Schieferthonschichten, welche Kohlenlager enthalten, zusammengesetzt ist; Ueberreste von Landpflanzen sind darin sehr häufig, die Reste von Meeresgeschöpfen dagegen und die Kalksteinschichten, welche sie einschliefsen, haben einen sehr untergeordneten Charakter. Eben so wird der alte rothe Sandstein (*old red sandstone*), welcher in Herefordshire eine sehr ansehnliche Sandsteinmasse bildet, im Norden von England durch ein Konglomerat, von zuweilen unbedeutender Mächtigkeit, repräsentirt. Auch der kohlenführende Kalkstein im südlichen England, worin dort keine Kohlen vorkommen und der Kalkstein so sehr vorherrscht, wird im nördlichen England von Sandsteinen, Schiefern und Kohlenlagern repräsentirt, während der Kalkstein gewissermafsen untergeordnet wird. Doch ist auch der mineralogische Charakter einiger Gruppen oder ihrer Unterabtheilungen in grofser Ausdehnung nahe oder völlig constant.

So behält z. B. die bekannte weifse Kreide ihren mineralogischen Charakter von den Küsten des Azofschen Meeres, durch einen Theil von Russland, durch Polen, Schweden, das nördliche Deutschland, die Britischen Inseln und einen grofsen Theil von Frankreich. Gewisse Thonlager der oolithischen Gruppe bedecken ausgedehnte Flächenräume, und der allgemeine mineralogische Charakter der Grauwacke ist von merkwürdiger Aehnlichkeit in Europa und Nordamerika.

Der Leser wird hier vielleicht fragen, welchen Nutzen es hat, die mineralogischen Charaktere überhaupt zu beobachten, wenn sie so veränderlich sind. Eine geringe Ueberlegung wird ihm indefs zeigen, dafs es von besonderer Wichtigkeit ist, diese Veränderungen zu beobachten, da sie beweisen, dafs in dem von einer Gruppe oder ihren Unterabtheilungen eingenommenen Raume, während ihrer Bildung nicht überall dieselben Umstände geherrscht haben, und indem er auf die Art der stattfindenden Veränderungen aufmerksam ist, wird er allmälig zu der Kenntnifs der Ursachen, welche dieselben erzeugt haben, gelangen.

Es stelle z. B. *a*, *b*, *c* (Fig. 10.) einen Flächenraum dar,

Fig. 10.



der von einem mechanisch, d. h. aus den Bruchstücken von zerstörten, älteren Gebirgsarten gebildeten Gesteine eingenommen wird und etwa tausend Quadratmeilen enthält. Bei *a* findet sich ein feiner Sandstein, der sich dem Thon nähert, bei *b* ist derselbe schon von gröberem Korne und bei *c* ein Konglomerat. Diese verschiedenen Theile gehen so in einander über, dafs sie unbezweifelt geologisch gleichzeitig, d. h. in derselben geologischen Epoche gebildet seyn müssen. Es ist klar, dafs während der Ablagerung dieses Gesteins nicht genau dieselben Umstände über der ganzen Fläche geherrscht haben. Da, aller Wahrscheinlichkeit nach, das strömende Wasser die Bestandtheile des Gesteins an die ver-

schiedenen Stellen, welche sie jetzt einnehmen, geführt hat, so können wir schliefsen, dafs die Geschwindigkeit des Wassers an den einzelnen Stellen nicht dieselbe gewesen ist; denn eine Geschwindigkeit, die, unter übrigens gleichen Umständen, nur hinreichend ist, den Schlamm nach *a* zu schwemmen, ist offenbar unzureichend, den gröberen Sand nach *b* zu führen, während die gröfseren Bruchstücke und Kiesel durch die Gewalt einer Strömung, welche nur die bei *b* abgesetzten Sandtheile mit fortzureifsen vermochte, nicht von der Stelle bewegt wurden. Wir schliefsen daher, dafs die Intensität der bewegenden Kraft bei *c* gröfser, als bei *a* gewesen und sich allmälig von *c* nach *a* vermindert habe, und dafs folglich, wenn dieselbe strömende Wassermasse die Theile des Gesteins an ihre gegenwärtigen Fundorte geführt hat, die Geschwindigkeit des strömenden Wassers von *c* nach *a* abgenommen hat. Untersucht man sandigen Thon oder auch Sand, so ist es nicht immer deutlich, aus welcher Gegend das Gerölle stammt. Bei den Geschieben oder Bruchstücken von Gesteinen verhält es sich jedoch gröfstentheils anders, und wir erhalten oft direkte Kunde über die Gegend, woher sie stammen, indem sie Bruchstücke von älteren Gesteinen sind, die sich oft in dem Distrikt finden, wo die Konglomerate vorkommen. Wir wollen hier nicht in eine Darstellung der verschiedenen Weisen, in denen das strömende Wasser die Gerölle verbreitet, eingehen, da die obigen Bemerkungen nur darthun sollen, dafs Beobachtungen über die Veränderungen in der Struktur mechanisch gebildeter Gesteine von grofsem Interesse und höchst wichtig für die theoretische Geologie sind.

Finden wir ein Gestein in einem Theile seiner Erstreckung krystallinisch und ohne organische Reste, während andere Theile desselben unkrystallinisch, vielleicht sogar sandartig und mit animalischen und vegetabilischen Resten angefüllt sind, so ist es klar, dafs gewisse Umstände, die in einem Theile geherrscht haben, nicht über das Ganze verbreitet waren; und wenn wir aus einer Ansicht der Gesteine selbst die wahrscheinlichen Ursachen, welche sie erzeugt haben, ableiten wollen, so ist es offenbar auch wichtig, diese Unterschiede mit grofser Sorgfalt zu beobachten, da wir nur durch Vorsicht und genaue Erwägung der uns vorliegenden Beweise uns der Wahrheit zu nähern vermögen.

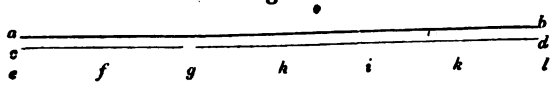
In Fig. 10. haben wir, der leichteren Uebersicht wegen, angenommen, das Gestein liege horizontal und werde von

keinem anderen bedeckt. Häufiger indefs sind die Gesteine nicht in horizontaler Lage, und werden für den gröfseren Theil ihrer muthmafslichen Erstreckung von anderen bedeckt. Sie sind oft umgestürzt, wie in dem vertikalen Durschnitt Fig. 11., wo wir angenommen haben, dafs das geschichtete

Fig. 11.

Gestein *a* durch das Hervordringen des vulkanischen Gesteins *b* an dem einen Ende erhoben worden ist; oder sie haben bei der Ablagerung eine Neigung von 30° — 40° angenommen *). In beiden Fällen sind etwaige Veränderungen in der Struktur solcher Lagen, wie *c* oder *d*, oder in der allgemeinen Masse der Lagen, die das Gestein bilden, nur da zu beobachten, wo die Enden der Schichten an die Oberfläche des Landes heraustreten, oder in natürlichen oder künstlichen Durchschnitten, wie z. B. in Schluchten, Steinbrüchen u. s. w. Die Linie, in welcher solche umgestürzte oder geneigte Lagen die Ebenen des Horizonts schneiden, wird die Streichungs- oder Richtungslinie **) genannt; und durch sorgfältiges Beobachten der Veränderungen, welche in gewissen Lagen oder in den Gesteinen, deren Bestandtheile sie bilden, im Allgemeinen stattfinden, lassen sich manche werthvolle Aufschlüsse erlangen. Um dies näher zu erläutern, wollen wir annehmen, dafs die Linien *a b* und *c d* das

Fig. 12.



Streichen oder die Richtung eines sehr geneigten Theiles der Grauwacke von Süd-Devonshire darstelle, wo solche Veränderungen sehr gewöhnlich sind, und dafs die Entfernung zwischen den Linien etwa eine Meile betrage. Wir haben dann bei *e* einen Thonschiefer, der bei *f* in eine sandige Grauwacke übergeht, die bei *g* zu einem Quarzgestein wird, welches sich bei *h* wieder zu einer Grauwacke verändert,

*) *H. T. De la Beche*, Researches in theoretical Geology. p. 50.

**) Siehe unten: XIX. Fällen und Streichen der Schichten. A. d. U.

bei *i* thoniger, bei *k* zu einem Thonschiefer und bei *l* fast zu einem Dachschiefer wird. Indem wir auf diese Weise die verschiedene mineralogische Beschaffenheit der versteinerungsführenden Gesteine und die Ausdehnung, in welcher dieselbe mineralogische Zusammensetzung vorherrscht, beobachten, gelangen wir zu der Kenntnifs des comparativen Werthes einer jeden besonderen Zusammensetzung und der wahrscheinlichen Ursachen, welche dieselben erzeugt haben.

Wir erlangen auf diese Weise zwar Aufschlüsse über die veränderliche Gewalt des strömenden Wassers, wodurch losgerissene Theile älterer Gesteine an anderen Orten abgesetzt worden sind, ferner auch oft über die Gegend, aus welcher diese Gerölle herstammen, so wie auch über die relative Menge der chemischen Produkte, die mit den mechanischen Gesteinen derselben geologischen Epoche vermischt sind; allein wir erfahren dadurch noch nicht, dafs jemals andere als die jetzt existirenden Thier- und Pflanzenspecies auf der Oberfläche unseres Planeten gelebt hätten, oder dafs auf einander folgende Thier- und Pflanzenschöpfungen ins Leben gerufen oder zerstört wurden, sobald neue Bedingungen auf der ganzen Erde oder auf Räumen von verschiedener Ausdehnung eintraten. Die versteinerungsführenden Gesteine gewähren uns durch die in ihnen enthaltenen organischen Reste nicht allein diese, sondern auch noch viele andere Aufschlüsse, die für Botanik, Zoologie und Geologie vom höchsten Interesse sind. Es ist natürlich Sache des Zoologen und Botanikers, diejenigen sorgfältigen Untersuchungen der organischen Reste anzustellen, wodurch die Stelle, welche letztere in der jetzigen Schöpfung einnehmen, genau oder annähernd bestimmt werden kann. Der Geolog dagegen sammelt die auf diese Weise erhaltenen Belehrungen und verbindet sie mit den wahrscheinlichen Ursachen, welche diejenigen Zustände erzeugt haben, unter denen unorganische Massen der Oberfläche sich seiner Beobachtung darbieten.

Zur Belehrung über die verschiedenen organischen Reste, welche in den versteinerungsführenden Gesteinen aufgefunden worden sind, müssen wir auf die Werke verweisen, welche Verzeichnisse der bis jetzt beschriebenen Fossilien enthalten *). Diese Verzeichnisse sind weit vollständiger, als diejenigen glauben mögen, welchen der Gegenstand unbe-

*) *De la Beche*, Handbuch der Geognosie, bearbeitet von *H. v. Dechen*. Berlin 1832.

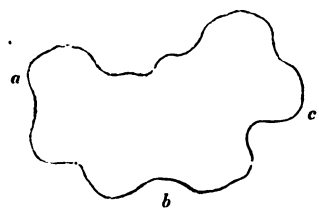
kannt ist, und sie gewähren zugleich den grofsen praktischen Vortheil einer Theilung der Arbeit; denn obgleich manche dieser Ueberbleibsel durch Geologen vom Fache aufgefunden wurden, so ist doch ein grofser Theil von Personen gesammelt, deren Kenntnifs der eigentlichen Geognosie nur beschränkt war.

Man nahm früher an, dafs bestimmte animalische und vegetabilische Reste, die in besonderen Gesteinen gefunden wurden, die mineralogischen Ablagerungen einer bestimmten geologischen Epoche, wenn auch nicht über die ganze Erdoberfläche, so doch für sehr grofse Theile derselben, charakterisirten. Das animalische und vegetabilische Leben ist jetzt so mannichfaltig über die Erde vertheilt, dafs kein Naturforscher dieselben Thiere und Pflanzen an weit von einander entfernten Orten zu finden erwartet, mögen die Lokalitäten einander auch hinsichtlich des Klima's und anderer Umstände vollkommen ähnlich seyn. Es folgt hieraus, dafs die Annahme, gewisse organische Reste müfsten überall in den Gesteinen derselben geologischen Epoche gefunden werden, wo dieselben auch vorkommen mögen, völlig im Widerspruch ist mit der gegenwärtigen Vertheilung des animalischen und vegetabilischen Lebens auf unserem Planeten.

Beispiele solcher voreiligen Verallgemeinerungen bietet die früheste Geschichte der meisten Wissenschaften dar und sie sind nur dann als wahrhaft nachtheilig zu betrachten, wenn man, ungeachtet der bestimmtesten Beweise von ihrer Unrichtigkeit, dennoch dabei beharrt. Man nimmt jetzt fast allgemein an, dafs in gleichzeitig gebildeten Gesteinen bestimmte organische Reste sich, im Verhältnifs des geologischen Alters dieser Gesteine, über gröfsere Flächenräume verbreitet finden; d. h. wir sollten erwarten, unter denjenigen animalischen und vegetabilischen Ueberresten, die an entfernten Orten in der Grauwacke vorkommen, eine gröfsere Gleichförmigkeit zu finden, als unter denjenigen, welche an gleich weit von einander entfernten Punkten in den Gesteinen über der Kreide enthalten sind. Nun ist es merkwürdig, dafs die Beobachtungen, so weit sie bis jetzt reichen, diese Hypothese sehr unterstützen; doch müssen wir uns sehr hüten, dies als absolut wahr anzunehmen, bis sich die Beobachtungen erst noch mehr vervielfältigt haben. Denn es kann doch immer nur für eine gewisse Ausdehnung wahr seyn, da wir uns schwerlich eine so vollständige, von Lokalursachen nicht modificirte Gleichförmigkeit der Bedingungen

über den ganzen Erdball verbreitet denken können, als nothwendig wäre, um überall genau dieselben Resultate hervorzubringen. Ueberdies haben wir direkte Beweise, dafs die organischen Einschlüsse, selbst der älteren Gesteine, auf kleineren Flächenräumen von einander abweichen. Wenn z. B. Fig. 15. einen Raum von einigen hundert Quadratmeilen dar-

Fig. 13.



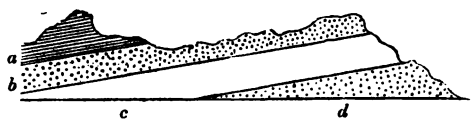
stellt, der von einer bestimmten Gebirgsart eingenommen ist, über deren Continuität, obgleich sie häufig von neueren Ablagerungen bedeckt wird, kein Zweifel herrscht, so wird es sich selten ereignen, dafs die organischen Einschlüsse eines solchen Gesteins bei *a*, *b* und *c* genau übereinstimmen. Es könnten z. B. bei *a* ausschliefslich Reste von Meeresprodukten vorkommen, während bei *b* solche Ueberbleibsel, die im Allgemeinen auf die Nähe von Land deuten, und bei *c* nur Landpflanzen gefunden würden. Unabhängig von diesem Wechsel in dem organischen Charakter der Ablagerung, würden wir wahrscheinlich auch eine Verschiedenheit in ihrem mineralogischen Charakter bemerken, indem das Gestein vielleicht bei *a* ein Kalkstein oder ein sehr kalkhaltiges, bei *b* ein mehr thoniges Gestein ist, während bei *c* Sandstein, Schiefer und selbst Kohle vorkommen.

Der Leser wird aus den vorstehenden Bemerkungen die Ueberzeugung gewonnen haben, dafs die Berücksichtigung sowohl der organischen, als mineralogischen Charaktere der versteinerungsführenden Gesteine von der höchsten Wichtigkeit ist, indem wir dadurch uns der Kenntnifs der mannichfaltigen Ursachen, wodurch sie erzeugt wurden, nähern. Auch die Frage, ob die älteren versteinerungsführenden Gesteine über bedeutende Flächenräume in ihren organischen Charakteren constanter sind, als die neueren, ist von hohem geologischen Interesse; denn so wenig sie auch, im Grofsen und Ganzen, mineralogisch von einander verschieden seyn mögen, so ist es doch klar, dafs, wenn sich Abweichungen

in ihrem organischen Charakter zeigen, modificirende Umstände in der einen Epoche eingetreten seyn müssen, die von denjenigen der anderen Epoche verschieden waren. Dies kann nur durch vermehrte Beobachtungen entschieden werden, und zur Lösung dieses, so wie manches anderen geologischen Problems, kann ebensowohl derjenige beitragen, der erst durch diese Blätter zum Beobachten angeregt wird, als der, welcher Jahre lang sich diesem Studium ergeben, und der, als geologischer Minirer, manchen rauhen Pfad für seine Nachfolger geebnet hat.

Wenn versteinerungsführende Gesteine gleichförmig auf einander gelagert sind (d. h. wenn, wie in Fig. 14., eine

Fig. 14.



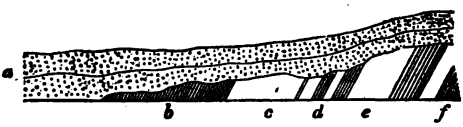
Reihe von Ablagerungen so über einander liegen, dafs wir nicht annehmen können, die unterste, *d*, sey emporgehoben oder auf eine andere Weise gestört worden, ehe die nächstfolgende, *c*, gebildet war, und eben so *b* und *a*), so folgt daraus, dafs die organischen Ueberbleibsel, welche in ihnen vorkommen, die Reste von Thieren oder Pflanzen sind, die an derselben Stelle, in der nämlichen Ordnung, wie die Gesteine selbst, auf einander folgten. Man darf jedoch nicht daraus schliefsen, wie wohl zuweilen geschehen ist, dafs ähnliche Thiere oder Pflanzen auch über die ganze Erdoberfläche auf einander gefolgt sind; denn in der weiteren Erstreckung einer Reihe von Ablagerungen, wie sie Fig. 14. darstellt, kommen vielleicht zwischen den Gesteinen, welche diese Reihe bilden, an anderen Punkten andere Ablagerungen vor, und dennoch ruhen an dem zuerst beobachteten Orte die Gesteine als tafelförmige Massen gleichförmig auf einander. Stellen z. B. *a* und *b* Fig. 15. dieselben Gesteine

Fig. 15.

dar, wie *a* und *b* Fig. 14., so könnte bei *o* das Gestein *m* zwischen ihnen eingeschlossen seyn, während sie bei *p* ganz gleichförmig erscheinen, indem das Gestein *m* sich in horizontaler Richtung von *o* nach *p* auskeilt; d. h. seine vertikale Dicke nimmt allmälig ab, so dafs die horizontale Ausdehnung von *m* an dieser Stelle nicht so grofs ist, wie die von *a* und *b*. Es folgt jedoch hieraus keinesweges, dafs *m* nicht zugleich einen gröfseren Flächenraum einnehme; denn dies kann leicht der Fall seyn, indem *a* und *b* nach anderen Richtungen sich zwischen anderen Gesteinen auskeilen.

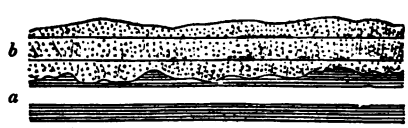
Wenn versteinerungsführende Gesteine ungleichförmig auf einander gelagert sind (d. h., wenn, wie in Fig. 16.,

Fig. 16.



ein Gestein *a* auf den aufgerichteten Enden der Schichten *b*, *c*, *d*, *e*, *f* liegt), so dürfen wir nicht schliefsen, dafs die Thiere und Pflanzen, deren Ueberbleibsel wir in *a* finden, auf diejenigen gefolgt sind, deren Reste in *b* vorkommen, da einst mehrere Gesteine über *b* vorhanden gewesen seyn können, die später durch Entblöfsung, d. h. durch die zerstörende Gewalt des strömenden Wassers, vor der Bildung von *a*, hinweggerissen wurden, und wenn der Winkel so grofs ist, wie in Fig. 16., so müssen wir daraus folgern, dafs die Gesteine *b*, *c*, *d*, *e*, *f* vor der Ablagerung von *a* gewaltsam aufgerichtet wurden. Es giebt noch eine andere Art von Auflagerung, die man die unregelmäfsige nennen kann, selbst wenn die Lagen zweier sich berührender Gesteine im Grofsen und Ganzen gleichförmig auf einander gelagert sind. Finden wir z. B., wie in Fig. 17., dafs die Oberfläche eines

Fig. 17.



versteinerungsführenden Gesteins *a* vom Wasser angegriffen worden ist, ehe ein anderes Gestein *b* auf ihm abgelagert wurde, so dürfen wir nicht annehmen, dafs Thiere und Pflan-

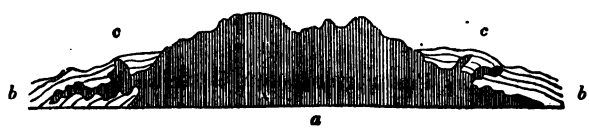
zen, deren Reste in *b* vorkommen, auf diejenigen gefolgt sind, welche zur Zeit der Bildung von *a* lebten.

Da diese Blätter nicht eine Abhandlung über den gegenwärtigen Stand der Geologie zu geben bestimmt sind, so wollen wir jetzt die durch das Feuer gebildeten Gesteine kurz berühren und dann zu unserem eigentlichen Zwecke übergehen, nämlich zeigen, „wie man beobachten muſs." Durch das Feuer gebildete Gesteine heiſsen diejenigen, von welchen wir annehmen, daſs sie einst, durch Einwirkung der Hitze auf sie, in einem flüssigen Zustande gewesen sind und in diesem Zustande über andere Gesteine hinwegflossen, in sie eindrangen oder sie durchbrachen.

Die Vulkane geben uns deutliche Beweise, daſs geschmolzen flüssiges Gestein aus dem Innern der Erde durch unter ihm wirkende Kräfte emporgehoben wird und an den Stellen ausfliefst, die ihm den geringsten Widerstand darbieten, und auf diese Weise die bekannten Lavaströme bildet. Wenn durch eine Veränderung in der vulkanischen Ausbruchsöffnung groſse natürliche Durchschnitte eines früheren Kraters entstehen, so sieht man zuweilen, daſs die geschmolzene Masse zwischen den Aschen- und Rapillilagen früherer Eruptionen eingedrungen ist, indem in dieser Aschen- und Rapillimasse Spalten entstanden, in welchen das geschmolzene flüssige Gestein sich erhob.

Aus dem Vorkommen ähnlicher Verhältnisse bei den unter den Namen Granit, Grünstein, Porphyr u. s. w. bekannten Gesteinen schlieſsen wir, daſs auch sie durch das Feuer gebildet worden sind, obgleich nicht immer unter denselben Bedingungen, wie wir sie bei den gegenwärtig noch thätigen Vulkanen zu beobachten Gelegenheit haben. Wenn z. B. eine Granitmasse *a*, Fig. 18., Verzweigungen *c c* in ein deut-

Fig. 18.

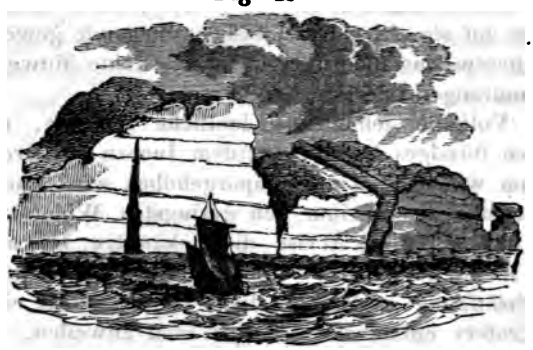


lich geschichtetes Gestein *b b* hineinsendet, welche die Schichten in verschiedenen Richtungen schneiden, und sogar Bruchstücke des Gesteins *b b* einschlieſsen, so ziehen wir daraus den Schluſs, daſs der Granit einst, in einem geschmolzenen flüssigen Zustande, durch unter ihm wirkende Kräfte durch

b b hervorgeschoben und ein Theil des geschmolzenen Gesteins in Spalten bei *c c* hineingedrängt wurde und so die Gänge in dem geschichteten Gestein *b b* bildete, dessen Schichten er zu gleicher Zeit emporhob. Die Folgerungen bleiben dieselben, das hervorgeschobene Gestein mag Granit, Grünstein, Porphyr, Basalt u. s. w. seyn.

Wenn, wie in Fig. 19., eine lange schmale Gesteinmasse, *a*,

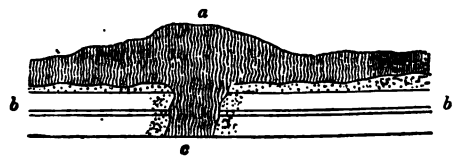
Fig. 19.



eine andere, *c*, durchsetzt, und aus Substanzen besteht, die denen gleichen, welche den Grünstein, Porphyr oder ähnliche bilden, so folgern wir daraus, dafs die Schichten des Gesteins *c* einst zusammenhängend waren, dafs sie später zerrissen wurden und dafs in die Spalten geschmolzene flüssige Massen hineindrangen und sie ausfüllten. Diese eingedrungene und jetzt fest gewordene Masse nennt man einen Gang (*Dyke*), und man hat auf diese Weise, nach der Art des Gesteins, woraus sie bestehen, Grünstein-, Porphyr-, Basaltgänge u. s. w. Wenn diese eingedrungenen Gesteinmassen auch nicht an die Oberfläche des Landes heraustreten und nur durch natürliche oder künstliche Durchschnitte bekannt sind, wie bei *b*, Fig. 19., so werden sie doch Gänge genannt.

Die durch das Feuer gebildeten Gesteine haben sich oft, nach Durchbrechung der vorhandenen älteren Schichten, wie ein Tuch über dieselben ausgebreitet, und theils eine tafelförmige, theils eine domförmige Masse gebildet. Finden wir z. B., wie in Fig. 20., dafs eine Gesteinmasse *a*, etwa Grün-

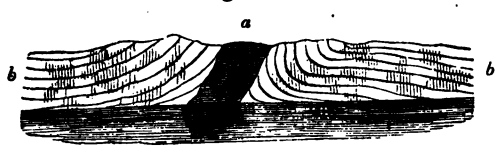
Fig. 20.



stein, das Gestein *b b*, worauf sie ruht, bei *c* durchschneidet, so schliefsen wir daraus, dafs bei *c* eine Spalte gebildet wurde, in welcher das geschmolzene Gestein aufwärts drang und den oberen Theil oder die Kuppe *a* bildete. Ist das Gestein *b b* ein gewöhnlicher versteinerungsführender Kalkstein, und finden wir, dafs er da, wo er mit dem Grünstein in Berührung steht, oder in dessen Nähe, eine krystallinische Struktur angenommen hat, oder dafs ein Sandstein oder Schiefer unter denselben Verhältnissen eine weit gröfsere Härte und selbst die Neigung zu einer neuen Anordnung ihrer Bestandtheile zeigen, so schliefsen wir ferner hieraus, dafs diese Veränderungen durch die Gegenwart des geschmolzenen oder sehr erhitzten Grünsteins hervorgebracht worden sind. Die Gesteine, welche Veränderungen dieser Art erlitten haben, nennt man **veränderte Gesteine**, namentlich, wenn diese Einwirkungen in grofsem Mafsstabe zu beobachten sind, und sich auf eine Strecke von mehreren hundert Fufsen und nicht blos auf einige Zolle von der einst erhitzt gewesenen Masse ausdehnen.

Während an einigen Punkten das geschmolzene Gestein, wie jede andere Flüssigkeit, soweit in eine Spalte emporgestiegen ist, als die auf dasselbe wirkende Kraft es zu erheben vermochte, so finden wir dagegen an anderen Orten zwei Gesteine, die, wie in Fig. 21., unter solchen Verhält-

Fig. 21.



nifsen zu einander vorkommen, dafs wir nicht umhin können, anzunehmen, das durch das Feuer gebildete Gestein sey auf gewaltsame Weise emporgestiegen. Wenn *a*, Fig. 21., das emporgestiegene und *b b* ein geschichtetes Gestein bezeichnen, und wir sehen, dafs die Schichten des letzteren in

der Nähe von *a* zu beiden Seiten in die Höhe gerichtet sind, so folgern wir daraus, dafs die Masse, woraus *a* besteht, mit einer Gewalt emporgetrieben wurde, die hinreichend war, um die Enden der Schichten von *b b* zu beiden Seiten aufzurichten. Es ist jedoch zu bemerken, dafs die Aufrichtung der Schichten zu beiden Seiten des Ganges weit seltener ist, als die blofse Durchbrechung des geschichteten oder ungeschichteten Gesteins, ohne irgend eine Spur eines gewaltsamen Eindringens der Gangmasse.

In einigen Ländern hat das Eindringen der durch Feuer gebildeten Massen in Gesteine jeden geologischen Alters, von dem untersten bekannten geschichteten Gesteine an bis zu den gegenwärtigen Ablagerungen, sehr beträchtliche geologische Wirkungen hervorgebracht. Zuweilen scheinen sie, wie bei den neueren Vulkanen, mit Eruptionen von Asche und Rapilli in die Atmosphäre oder unter einem relativ geringen Druck, emporgestiegen zu seyn. An anderen Punkten sind sie entweder in gröfseren Massen oder unter einem grofsen Druck heraufgestiegen, und haben so mannnigfache Wirkungen hervorgebracht, die hier der Raum nicht anzuführen gestattet.

Man nahm früher an, der Granit sey das Grundgestein, auf dem alle übrigen ruheten. Ohne uns in eine Erörterung der Theorie einzulassen, welche annimmt, der Granit sey dasjenige Gestein, welches zuerst gebildet wurde, als der Erdkörper in einem feurigflüssigen Zustande war, wollen wir nur bemerken, dafs der Granit, im Grofsen und Ganzen, häufiger mit den unteren geschichteten oder versteinerungsleeren, als mit den versteinerungsführenden Gesteinen, namentlich den neueren Ablagerungen dieser Klasse, vorkommt, Wir wollen hiermit jedoch keinesweges behaupten, dafs der Granit auf die unteren versteinerungsführenden Gesteine beschränkt sey; wir müssen im Gegentheil bekennen, dafs wir noch nicht im Stande sind, zu sagen, wie hoch herauf er in dieser Gesteinreihe noch vorkommen mag, seitdem man ihn über der Kreide von Weinböhla aufgefunden hat, wo er also zur Zeit der Bildung der Gesteine über der Kreide, oder der tertiären Gesteine, emporgestiegen seyn mufs.

Die Masse der durch Feuer gebildeten Gesteine scheint in veränderlichen Verhältnissen aus den Silicaten der Thonerde, Bittererde, Kalkerde, des Kali's, und Natron's, und aus einigen anderen, hin und wieder untergeordnet vorkommenden Substanzen zu bestehen. Diejenigen Gesteine sind die

schmelzbarsten, in denen das Silicat der Kalkerde in einiger Menge enthalten ist; während diejenigen, in welchen das Silicat der Bittererde vorherrscht, die strengflüssigsten sind. Die Gesteine, in welchen die mit den Namen Hornblende oder Augit (letzteres ist wohl nur eine Modification der ersteren) bezeichneten Mineralien häufig vorkommen, wie Grünstein, Basalt, und manche Laven, sind daher leichter schmelzbar, als diejenigen, worin Glimmer vorherrscht, wie manche glimmerreiche Granite. Die meisten Granite sind übrigens strengflüssig, namentlich, wenn der Quarz sich häufig in ihnen findet. Auch der Serpentin ist schwierig zu schmelzen, aber diejenigen Gesteine, worin das Mineral, welches Feldspath heifst, vorherrscht, sind im Allgemeinen nicht sehr strengflüssig.

Man hat angenommen, dafs die Kieselerde im Grofsen und Ganzen häufiger ist in den älteren, durch Feuer gebildeten Gesteinen, die Kalkerde (als Silicat) dagegen in den neueren Gesteinen dieser Klasse überwiegt. Mehrere von diesen Gesteinen mögen, vor ihrem Emporsteigen auf die feste Erdoberfläche, nie in einem festen Zustande gewesen seyn, während dagegen andere durch die Schmelzung älterer fester Gesteine entstanden und dann auf die Oberfläche emporgetrieben wurden. In beiden Fällen konnte dies nur durch eine hinreichend mächtige, von unten her wirkende Kraft geschehen.

Zweite Abtheilung.

Da wir bei der Erforschung von Ursachen gegebener Wirkungen, wo möglich von dem Bekannten zu dem Unbekannten fortschreiten sollten, so müssen wir sorgfältig die Wirkungen derjenigen Ursachen beachten, die täglich durch geologische Veränderungen auf der Erdoberfläche hervorgebracht werden, und dann, indem wir alle Umstände erwägen, unter welchen sich die verschiedenen Gesteine unserer Aufmerksamkeit darbieten, unparteiisch untersuchen, in wie fern sie die Entstehung der verschiedenen Mineralmassen, welche die zugängliche feste Erdrinde bilden, zu erklären vermögen. Wenn wir, nach sorgfäliger Untersuchung, finden, dafs die Wirkungen jener Ursachen, von welchen wir wissen, dafs sie die Erdoberfläche modificiren, sich als unzu-

reichend für alle beobachteten Erscheinungen beweisen oder nur einzelne derselben erklären, so müssen wir zu bestimmen suchen, in wie weit sie genügend sind, und dann untersuchen, wie weit die angenommene gröfsere Intensität der Ursachen uns zu führen vermag. Sollten wir dennoch finden, dafs manche Erscheinungen sich nicht hinreichend erklären lassen, so müssen wir unsere Zuflucht zu Hypothesen nehmen, die sich auf die bekannten Naturgesetze gründen, und warten, bis die fortschreitenden Kenntnisse uns in den Stand setzen, eine Theorie aufzustellen, in welcher die einzelnen Theile unter sich und mit dem Ganzen in Einklang stehen.

I. Zersetzung der Gesteine.

Alle Gesteine haben die Neigung, sich, durch Einwirkung der Atmosphäre auf sie, zu zersetzen, und werden später durch das strömende Wasser in niedrigere Gegenden, als sie vor der Zersetzung einnahmen, oft in das Meer oder andere Gewässer, geführt, wo sie auf eine solche Weise verbreitet werden, dafs sie neue Anhäufungen von Mineralmassen oder neue Gesteine bilden, in welchen, nach den Umständen, Ueberreste von lebenden Thieren und Pflanzen eingeschlossen werden oder nicht.

a. Um die Einwirkung der Atmosphäre auf bestimmte Gesteine gehörig zu würdigen, sollte der Beobachter seine Aufmerksamkeit auf die Gröfse der Veränderungen richten, welche in einer gewissen Zeit, etwa in einem Jahre, auf Steinmassen ausgeübt werden, die zu Bauwerken verwendet und muthmafslich an solchen Stellen aus Steinbrüchen entnommen worden sind, wo sie in grofser Ausdehnung gegen atmosphärische Einflüsse geschützt waren. Man mufs dann sorgfältig untersuchen, ob die beobachteten Veränderungen durch chemische oder mechanische Wirkungen der Atmosphäre und der in ihr zufällig enthaltenen Substanzen verursacht sind, d. h. ob irgend ein Bestandtheil der Steine mit denen der Atmosphäre oder mit den in ihr enthaltenen Substanzen sich chemisch verbunden hat, oder ob die äufseren Theile durch die Reibung des Wassers hinweggeführt oder durch das Gefrieren des Wassers in den Zwischenräumen der Steine, die Bestandtheile derselben gewaltsam auseinander getrieben worden sind, u. s. w. Es mufs ferner genau auf die Zusammensetzung der Gesteine geachtet werden, ob sie

homogen sind, wie dichter Kalkstein und Marmor, oder ob sie aus Substanzen zusammengesetzt sind, die denselben Zerstörungsursachen ungleich widerstehen, wie Granit, die Konglomerate, und manche Sandsteine.

Auch auf die Veränderungen des Klima's sollte die gehörige Aufmerksamkeit verwendet und bei Untersuchung der Gebäude sorgfältig bemerkt werden, ob dieselben Materialien, nach verschiedenen Weltgegenden hin, auf verschiedene Weise zersetzt sind und welche Ursachen wohl diese Unterschiede bewirkt haben könnten, wie z. B. das Vorherrschen heftiger Winde und Regengüsse aus verschiedenen Weltgegenden. Ein Alterthumsforscher, der zugleich Chemiker ist, oder in Gesellschaft eines solchen seine Forschungen anstellt, kann auf diese Weise werthvolle geologische Aufschlüsse geben, ohne seine eigentlichen Studien deshalb zu vernachlässigen.

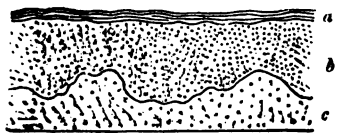
b. Schwieriger ist es für den Beobachter, die Wirkungen der Zersetzung auf die Oberfläche der Gesteine, welche mit Dammerde bedeckt sind, und auf die festeren Theile solcher Gesteine zu schätzen, da er weder die Zeit, während der sie den atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt gewesen sind, anzugeben vermag, noch auch die Quantität des zersetzten Gesteins, das vielleicht sich nicht mehr dort vorfindet, oder den veränderlichen Charakter der darüber befindlichen Vegetation, durch welche die Zersetzung mehr oder weniger modificirt wurde, zu beurtheilen im Stande ist. Durch sorgfältige Beobachtung läfst sich indefs manches leisten.

Obgleich die Gesteine auf hohen Bergen der freien Einwirkung der Atmosphäre ausgesetzt und daher oft sehr zersetzt sind, so können wir doch die Tiefe, bis zu welcher ein bestimmtes Gestein verwittert ist, nicht so gut schätzen, wie an niedrigeren Punkten, indem die Oberfläche solcher Berge in der Regel so gestaltet ist, dafs die zersetzten Theile leicht durch die Wirkung des strömenden Wassers in tiefere Gegenden hinabgeführt werden. Wir könnten vielleicht die Gröfse des an diesen Orten erlittenen Verlustes an Oberfläche nach den unversehrt gebliebenen Spitzen und Kuppen, welche aus härteren Massen bestehen, ungefähr bestimmen, wenn wir uns einen, auch nur entfernten Begriff von der Gestalt der Berge machen könnten, als sie zuerst ihre gegenwärtige Stellung einnahmen und ehe die Atmosphäre auf sie einwirkte. Unglücklicherweise zeigt die Schichtung der Gesteine, woraus die Bergketten bestehen, solche Ver-

hältnisse, dafs sie offenbar grofse Zerreifsungen erfahren haben mufs, als sie in ihre gegenwärtige Stellung gebracht wurde und die Berge mögen daher wohl früher noch zerrissener und rauher gewesen seyn, als wir sie jetzt finden.

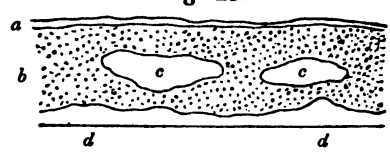
In niedrigen Ländern, z. B. auf breitrückigen Hügeln, wo die Fortschaffung durch strömendes Wasser schwierig seyn würde, und wo wir uns überzeugt haben, dafs keine Massen von anderen Orten dorthin geführt worden sind, scheinen sich genügendere Schlüsse machen zu lassen. Auf dem breitesten Theile solcher Hügel mufs der Beobachter Vertiefungen zu finden suchen, worin sich ihm oft gute Beispiele von Zersetzung darbieten werden. Er findet vielleicht den Granit in einer Weise zersetzt, wie es der Durchschnitt in Fig. 22. darstellt, wo *a* die Dammerde, *b* den zersetzten

Fig. 22.



Granit und *c* den Granit in seiner festen Gestalt bezeichnet. Bei einem Durchschnitte, wie der obige, mufs er sich mit Bestimmtheit davon überzeugen, dafs die Granittheilchen bei *b* genau von derselben Beschaffenheit sind, wie bei *c*, und dafs durchaus kein Verdacht vorhanden ist, dafs sie durch strömendes Wasser an ihren jetzigen Fundort geschwemmt wurden. Zuweilen wird er den Granit so zersetzt finden, dafs sich grofse verrundete Massen festen Granits von losen, zersetzten Theilen umgeben finden. Die zur Erläuterung dieses Faktums dienende Fig. 23. ist von einem Theile der Stra-

Fig. 23.

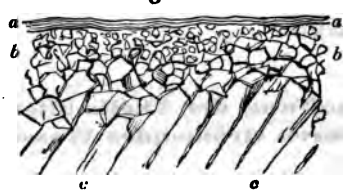


fse zwischen Okehampton und Moreton Hampstead, in Devonshire, entlehnt, *a* bezeichnet die Dammerde, *b* zersetzten Granit, *c c* dichte, verrundete Massen unzersetzten Granits, die in dem zersetzten eingeschlossen sind, und *d d* festes Granitgestein. Bei einem Durchschnitte dieser Art mufs der Beobachter mit grofser Sorgfalt zu Werke gehen, um sich

zu versichern, dafs *c c* nicht dorthin transportirte, in kleinerem Granitgerölle eingeschlossene Granitblöcke sind. Hier wird er indefs sehr unterstützt durch die Gegenwart grofser Feldspathkrystalle, welche in allen Theilen des Gesteins, sowohl des zersetzten, als des unzersetzten, vorkommen, und in ersterem in ihrer relativen Lage schön erhalten sind. In dem oben erwähnten zersetzten Granit ist die Wirkung hauptsächlich chemischer Art gewesen und der Feldspath hat durch atmosphärische Einflüsse eine Veränderung erlitten.

Bei verschiedenen Gesteinen, deren Bestandtheile sich nicht leicht mit der Luft oder dem in ihr enthaltenen Wasser verbinden, und die zu dicht sind, als dafs ein irgend bedeutendes Eindringen von Wasser zwischen ihre Theile möglich wäre, kann doch durch die Neigung solcher Gesteine, bei der Berührung mit der Luft sich zu zerspalten, eine beträchtliche Zersetzung hervorgebracht werden. Der Beobachter kann oft das Zerbröckeln eines dichten Kalk- und Sandsteins so beobachten, wie es Fig. 24. darstellt, wo *a* die

Fig. 24.



Dammerde, *c c* einen dichten Sandstein, wie z. B. einige Varietäten der Grauwacke, und *b b* Bruchstücke desselben Gesteins bezeichnen, die nach *c c* hin an Gröfse zunehmen und offenbar Theile der darunter liegenden Schichten bilden, während die oberen Bruchstücke unordentlich durcheinander liegen, und kleiner, jedoch noch scharfkantig sind.

Es würden sich auch wahrscheinlich werthvolle Aufschlüsse erlangen lassen, wenn bei tiefen Aushöhlungen zur Anlegung von Strafsen oder zu anderen Zwecken, an der entblöfsten Oberfläche des Gesteins Zeichen einer bestimmten Tiefe und Form, mit Angabe der Zeit, wann dies geschehen, eingegraben würden. Es müssen ferner Bemerkungen über den frischen Zustand des Gesteins zu der Zeit, als die Zeichen eingegraben wurden und über andere Umstände aufgezeichnet und an einem sicheren Orte niedergelegt werden. Man hätte natürlich darauf zu sehen, dafs solche Zeichen nur an denjenigen Theilen des Gesteins eingegraben würden,

die zuvor nicht der direkten Einwirkung der Atmosphäre ausgesetzt waren, folglich so weit als möglich unter dem entschieden verwitterten Theile und zugleich sicher vor allen anderen Angriffen, als denen der Atmosphäre.

c) Der Beobachter mufs, wenn er die Gröfse der Zersetzung bestimmen will, welche die Gesteine durch die Einwirkung der Atmosphäre erleiden können, sorgfältig die Kraft der Vegetation, nach Umständen die Zersetzung zu verhindern, zu befördern oder auf andere Weise zu modificiren, berücksichtigen. Die Vegetation kann die Zersetzung verhindern, indem sie einen Schutz gegen plötzliches Frost- oder Thauwetter bildet; sie kann die Zersetzung befördern, indem sie die Wirkung starker Regengüsse dadurch vermehrt, dafs sie die oberen Theile des Gesteins länger feucht erhält, als es sonst der Fall seyn würde; sie kann die Zersetzung sehr modificiren durch die verschiedenen Wirkungen, welche durch Pflanzen hervorgebracht werden, die ein Land zu einer bestimmten Zeit bedecken; denn ein mit Waldbäumen besetztes Land wird anders auf die Zersetzung der darunter liegenden Gesteine einwirken, als wenn es zum Ackerbau oder als Weideland benutzt wird.

II. Fortschaffung der Theile älterer Gesteine durch strömendes Wasser.

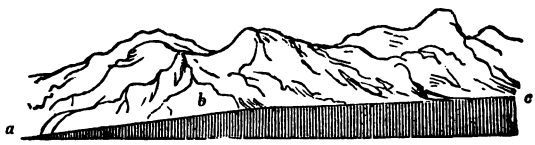
Die zersetzten Theile der Gesteine sind nothwendig, nach der Art der Gesteine, von welchen sie herstammen und nach den Umständen, wodurch sie in ihren gegenwärtigen Zustand versetzt sind, von verschiedener Gestalt. Die eckigen Bruchstücke von dichtem Kalkstein, wie sie in Fig. 24. dargestellt sind, würden einer bestimmten Gewalt des strömenden Wassers gröfseren Widerstand leisten, als ein feinkörniger zersetzter Sandstein; d. h. wenn derselbe starke Regenguſs gleichmäfsig auf beide fällt, so wird der lose Sand des zersetzten Sandsteins hinweg gespült werden, während die grofsen eckigen Bruchstücke des Kalksteins fest liegen bleiben; oder nehmen wir an, dafs die beiden verschiedenen Arten zersetzten Gesteins gleichmäfsig der Gewalt desselben Baches oder Flusses ausgesetzt sind, so werden die einen stromabwärts geführt werden, während die anderen auf ihrer Stelle liegen bleiben.

a) Will ein Beobachter bestimmen, mit welcher Kraft ein Flufs oder Strom den Detritus älterer Gesteine, die ent-

weder durch Zersetzung oder durch den Angriff *(abrasion)* des Wassers gebildet ist (von letzteren wird später die Rede seyn), fortzubewegen vermag, so mufs er mehrere Umstände sorgfältig berücksichtigen.

1) Er mufs seine Aufmerksamkeit auf das verschiedene Gefälle des Flusses richten, denn fliefsendes Wasser führt den Detritus im Verhältnifs seiner Schnelligkeit hinweg, und die letztere wächst nothwendig mit dem zunehmenden Gefälle; d. h. wenn *a b* Fig. 25. das vergröfserte Gefälle eines

Fig. 25.



Flusses an einer Stelle und *b c* das Gefälle desselben Flusses an einer anderen Stelle bezeichnet, und wenn die Wassermenge weder durch Zuflüsse vermehrt, noch durch Seitenarme vermindert wird, so wird der Flufs von *a* bis *b* schneller fliefsen, als von *b* bis *c*, und folglich können auf dem Boden der letzteren Strecke kleinere Geschiebe und feinerer Sand liegen bleiben, als auf dem Boden der ersteren, weil die Gewalt des Wassers bei *a b* weit gröfsere Geschiebe hinwegschwemmen würde, als bei *b c*.

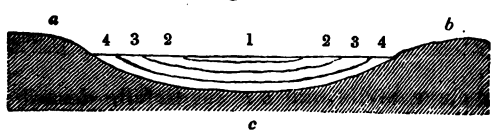
2) Sowohl die Gestalt, als die Gröfse des Detritus mufs in Erwägung gezogen werden; denn um zwei Bruchstücke desselben Gesteins, welche genau dieselbe Gröfse oder dasselbe Volumen haben, fortzubewegen, ist eine verschiedene Wasserkraft nöthig, sobald ihre Gestalt nicht dieselbe ist. Ein gewöhnliches eckiges Bruchstück eines Gesteins wird z. B. auf dem Grunde des Flusses nicht fortbewegt werden, wenn die Gewalt des Wassers nur verrundete Geschiebe fortzurollen vermag, mögen auch beide Stücke dieselbe Gröfse oder dasselbe Volumen haben.

3) Man mufs ferner das relative Gewicht oder die specifische Schwere der verschiedenen Arten von Geschieben oder Gesteinsbruchstücken sorgfältig berücksichtigen; denn ein Flufs, dessen Kraft nur hinreicht, eine Art von Geschieben fortzubewegen, würde andere, von gröfserer Schwere, wenn auch von derselben Gestalt und Gröfse, nicht fortzuschaffen vermögen. Die Strömung eines Flusses, welche nur eine Marmorkugel von drei Zoll im Durchmesser fortrollen kann,

wird, unter denselben Umständen, eine eiserne Kugel von derselben Gröfse nicht fortzubewegen im Stande seyn.

Wenn die Geschwindigkeit des Wassers, welche zum Fortbewegen von Bruchstücken einer bestimmten Gröfse, Gestalt und Schwere erforderlich ist, bekannt wäre, so würde der Beobachter nur die Geschwindigkeit eines jeden Flusses, der sich seiner Untersuchung darbietet, zu bestimmen haben, und er würde dann zugleich die Art des Detritus kennen, die derselbe fortzuschaffen vermag. Leider besitzen wir in dieser Hinsicht wenig genügende Angaben, und es müssen daher direkte Versuche zur Aufklärung dieses Gegenstandes angestellt werden. Wenn *a c b* Fig 26. den Durchschnitt

Fig. 26.



eines Flufslaufes darstellt, so wissen wir, dafs die gröfste Schnelligkeit desselben bei 1 ist und dafs sie, nach den Seiten und dem Boden zu, abnimmt, wie es hier durch die Wasserschichten 2 2, 3 3 und 4 4 angedeutet ist, aber wir kennen weder das Gesetz dieser Abnahme, noch die Gröfse der Reibung, welche an den Seiten und am Boden statt findet, wenn uns auch die Geschwindigkeit der Strömung in der Mitte bei 1 und die Tiefe des Wassers, entfernt von den Ufern, so wie die Gestalt des Flufsbettes, genau bekannt sind. Wir müssen bei einem Durchschnitte, wie der obige in Fig. 26., annehmen, dafs die Reibung der verschiedenen Wasserschichten, die den Seiten und dem Boden zunächst liegen, an den Ufern *a b* und an dem Boden *c* nicht gleich sey, weil die Schwere des Wassers bei letzterem gröfser, als bei den ersteren seyn würde.

b) Die Hindernisse, welche sich einem Flusse in seinem Laufe entgegenstellen, wie z. B. Seen, Theile ebenen Landes und andere, müssen genau aufgezeichnet werden. Ohne diese Vorsicht könnte man, wie es auch wirklich der Fall gewesen ist, schliefsen, dafs alle Geschiebe, die man den Flufslauf weit abwärts findet, durch die jetzigen Flüsse dorthin geschwemmt worden seyen. In einigen Fällen mag dies wahr seyn, in vielen anderen verhält es sich aber nicht so. Wenn ein Flufs im hohen Gebirge entspringt, so wird sein Lauf, obgleich er oft reifsend ist, häufig von ebenen Landstrichen

oder selbst von Seen unterbrochen, wo der gröbere Detritus aufgehalten wird, und dennoch findet man Bruchstücke von dem höheren Gebirge, weit unterhalb jener Hemmungen, in dem Flufsbette. Diese Geschiebe sind von höheren Punkten durch ältere Wasserströmungen herabgeschwemmt worden. So können die in einigen Flüssen Nord-Italiens enthaltenen Alpengeschiebe nicht durch die jetzigen Flüsse in die Ebene der Lombardei hinabgeführt worden seyn, da der Lago maggiore, Lago di Como und andere Seen nothwendig die von den hohen Alpen durch die Bergströme herabgeführten Geschiebe aufhalten.

c) Die geeignete Zeit, um die Fortschaffungskraft der Flüsse zu bestimmen, ist die Zeit des hohen Wasserstandes, wo Bruchstücke von Gesteinen fortbewegt werden, die bei gewöhnlichem Wasserstande ruhig liegen bleiben. Der Beobachter mufs die complicirten Wirkungen einer Fluth in einem kultivirten Lande von einander zu sondern suchen, indem er sorgfältig erwägt, wie viel der vermehrten Geschwindigkeit des Flusses, den Wassermassen, die durch Hindernisse aufgestaut wurden, welche dem auf sie einwirkenden Drucke nachgaben, und der fortschaffenden Kraft des auf diese Weise plötzlich in Bewegung gesetzten Wassers und verschiedenen anderen Umständen zuzuschreiben ist; mit einem Worte, er mufs zu bestimmen suchen, was wirklich durch die Geschwindigkeit des Wassers, durch sein Gewicht und durch sein Volumen, oder durch die vereinigte Wirkung seines Gewichtes, seiner Geschwindigkeit und seines Volumens bewirkt worden ist. Er wird auf diese Weise die Wirkungen nicht mit einander verwechseln und nicht der einen Kraft zuschreiben, was der andern zukommt.

d) Die fortschaffende Kraft einer Strömung oder des Fluthenstromes längs einer Küste, ist, in gewisser Beziehung, dieselbe, wie die eines breiten Flusses längs einem seiner Ufer. Denkt man sich das andere Ufer hinweggenommen und an dessen Stelle das Meer gesetzt, welches sich in der Richtung des Flusses bewegt, so haben wir einen Fluthenstrom oder eine Strömung, die auf eine Küste wirkt, und natürlich kommen dieselben Gesetze dabei in Anwendung. Die Reibung, welche das Wasser am Lande erleidet, wird seinen Fortschritt verzögern und die Kraft der Strömung, lose Massen fortzubewegen, hängt von ihrer Geschwindigkeit ab. Obgleich vorspringende Vorgebirge, wie die Hindernisse, welche sich dem Laufe eines Flusses entgegenstellen, am mei-

sten angegriffen werden, so ist doch, unter übrigens ganz gleichen Umständen, die Wirkung des Wassers bei einer bestimmten Geschwindigkeit auf eine hundert Meilen lange Küste bedeutend geringer, als auf die Ufer eines hundert Meilen langen Flusses; denn in einem Flusse wird das von einem Ufer abprallende Wasser von dem gegenüberliegenden Ufer wieder auf ersteres zurückgeworfen. An einer offenen Meeresküste ereignet es sich dagegen selten, dafs ein Fluthenstrom, der an einem Vorgebirge von der Küste ruhig abgelenkt wird, durch irgend ein Hindernifs wieder auf dieselbe zurückgeworfen wird. Das Wasser hätte also, wenn man auf die Geschwindigkeit desselben allein Rücksicht nimmt und alle übrigen Umstände gleich sind, längs einer Meeresküste weniger fortschaffende Kraft, als längs einem Flufsufer.

Die passende Zeit, um die Wirkungen einer Strömung oder eines Fluthenstromes auf eine Küste kennen zu lernen, ist, wenn das Meer völlig ruhig, d. h. ohne Wellenbewegung ist. Der Beobachter mufs dies sorgfältig beachten, denn durch Vernachlässigung dieser Vorsicht ist die vereinigte Wirkung des Meeres und der Atmosphäre auf die Küsten oftmals einer Ursache allein zugeschrieben worden. Strömungen oder Fluthenströme fliefsen allerdings schneller, wenn heftige Winde sie vorwärts treiben, und die in solchen Fällen vermehrte Geschwindigkeit mufs genau beachtet werden; doch müssen wir, wenn wir zu einer solchen Zeit die Küste beobachten, sorgfältig die Wirkung der Wellen von der blofsen Reibung der fortbewegten Wassermasse trennen.

III. Annagung der Gesteine durch fliessendes Wasser.

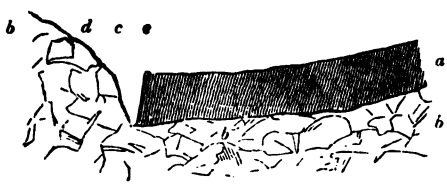
Wer eine gegen weiche Gesteine getriebene Masse reinen Wassers beobachtet, wird bemerken, dafs das Wasser, wenn sein Volumen und seine Geschwindigkeit grofs genug sind, die Kraft hat, die Gesteine zu benagen. Diese Kraft wird bedeutend vermehrt, wenn fliefsende Wassermassen, wie z. B. Flüsse, mit Detritus beladen sind, weil alsdann die Reibung gröfser ist. Der Beobachter mufs seine Aufmerksamkeit auf die verschiedenen Umstände richten, unter welchen die Annagung dieser Art stattfindet.

α) Ist das strömende Wasser ein Flufs, so mufs man sorgfältig die Gröfse der Zersetzung zu bestimmen suchen,

die ein Gestein erlitten hat, ehe es von dem Flusse angegriffen wurde, damit die durch denselben bewirkte Benagung eines bestimmten Gesteins nicht überschätzt wird. Da man gefunden hat, dafs die Zersetzung mancher Gesteine dadurch sehr befördert wird, dafs sie abwechselnd nafs und trocken sind, so mufs der Beobachter darauf achten, ob das Wasser des Flusses so steigt und fällt, dafs es einen wahrnehmbaren Einflufs auf die von ihm bespülten Gesteine ausübt.

b) An Orten, wo wir Grund haben, anzunehmen, dafs tiefe Einschnitte oder Schluchten durch die jetzigen Flüsse gebildet worden sind, ist es nothwendig, alle Umstände, die solche Beispiele der Auswaschung begleitet haben mögen, wohl zu erwägen. Wenn ein Lavastrom plötzlich einen Damm quer durch ein Thal bildet, so müssen die Gewässer oberhalb desselben nothwendig bis zur Höhe des niedrigsten Theiles dieses, ihrem Weiterfliefsen entgegenstehenden Hindernisses steigen. Finden wir nun, wie in Fig. 27., einen

Fig. 27.

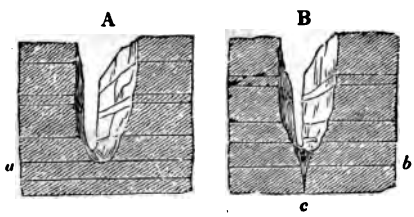


Lavastrom *a*, der in ein älteres Granitthal *b b b* geflossen ist, und bemerken bei *c* eine Schlucht, in welcher ein Flufs strömt, so müssen wir nicht zu übereilt schliefsen, dafs die ganze Tiefe der Schlucht durch die einschneidende Kraft des Flusses gebildet ist, da es leicht der Fall seyn kann, dafs der Lavastrom *a* das Thal niemals völlig ausgefüllt hat, sondern dafs zwischen dem hohen Theile der Lava *e* und der Granitwand *d* eine Lücke blieb. Wir könnten dies schon a priori schliefsen, indem die Masse des Lavastroms sich bei der Abkühlung zusammenzieht. Auch dürften wir, angenommen, die Lava wäre an der Granitwand *d* zu einer ansehnlichen Höhe emporgestiegen, nicht den Schlufs ziehen, dafs dieselbe Wassermasse in derselben Zeit den Lavastrom bis zu derselben Tiefe einschneiden werde, da, wie in dem vorliegenden Falle, der Flufs in der Schlucht *c* nicht nur mit weit gröfserer Leichtigkeit auf die Trennungslinie bei-

der Gesteine einwirken wird, sondern die Oberfläche der Granitwand *d* auch wahrscheinlich durch Verwitterung oder durch Einwirkung der Atmosphäre angegriffen war, ehe der Lavastrom in das Thal flofs. Wenn daher die annagende Kraft des Flusses gewaltsam auf sie einwirkt, so gäbe dies keinen genügenden Mafsstab für die Einwirkung derselben Wasserkraft auf dichten Granit in derselben Zeit.

c) Ehe der Beobachter den Schlufs zieht, dafs eine Schlucht wirklich durch einen, jetzt in ihr fliefsenden Strom gebildet wurde, mufs er sich vergewissern, dafs die Schlucht nicht das Resultat einer grofsen Spalte in den Gesteinen ist, die ihre Wände bilden. Findet er daher eine Schlucht, die durch die annagende Kraft des Flusses eingeschnitten zu seyn scheint, so mufs er sich genau davon überzeugen, dafs sie nicht, wie es oft zu seyn pflegt, eine Spalte ist. Wenn z. B. *A* und *B* Fig. 28. Durchnitte zweier Schluchten darstellen

Fig. 28.

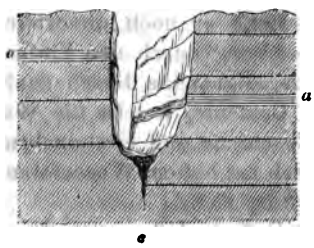


und wir annehmen, dafs in jeder von beiden ein Beobachter befindlich sey, der ihre Entstehung zu ermitteln suche, so wird er, indem er allein nach dem äufseren Ansehen urtheilt, entweder schliefsen, dafs sie durch die, sie durchströmenden Flüsse eingeschnitten, oder dafs sie Spalten seyen, wie es seiner vorgefafsten Meinung eben am meisten zusagt. Um hierüber Gewifsheit zu erlangen, mufs er sehen, ob die beiden Wände der Schlucht auf irgend eine Weise durch eine Reihe von Gesteinen verbunden sind. Findet er dies, so hat er zunächst sich zu überzeugen, ob eine Gesteinschicht, wie z. B. *a*, unter dem Flusse hindurchgeht und nicht zerbrochen ist. Ist dies der Fall, so giebt ihm dies den direkten Beweis, dafs die Schlucht nicht die Folge einer Spalte, sondern die Folge einer Aushöhlung in dem Gestein ist, wie es *A* darstellt. Findet er dagegen, dafs keine ausgezeichnete Gesteinschicht sich zusammenhängend unter dem Flusse hin erstreckt, so ist dies kein sicherer Beweis, denn Felsblöcke, Ge-

schiebe oder Sand können entweder eine solche Schicht oder den Anfang einer Spalte, wie bei *c* in Fig. *B*, bedecken.

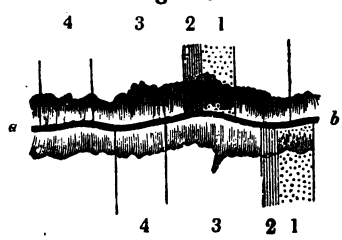
In Fig. 28. haben wir, der leichteren Uebersicht wegen, die Gesteine auf beiden Seiten des Thales korrespondirend gezeichnet. Sollte indefs der Beobachter finden, dafs die Gesteinschichten auf beiden Seiten der Schlucht, obgleich sie horizontal liegen, bei der Verlängerung nicht auf einander treffen, d. h. wenn er bemerkt, dafs, wie in Fig. 29.,

Fig. 29.



eine horizontale, ausgezeichnete Schicht *a* auf einer Seite der Schlucht höher liegt, als auf der anderen, so wird er einsehen, dafs der Flufs auf eine Spalte *c* eingewirkt, und dafs die Schlucht wahrscheinlich durch eine zusammengesetzte Wirkung gebildet worden ist, nämlich zuerst durch eine Spalte in den Gesteinen und dann durch die Auswaschung des die Spalte entlang fliefsenden Wassers. Sind die Gesteinschichten vertikal und er findet, dafs sie, wenn man ihre Streichungslinien verlängert, nicht auf einander treffen, so wird er schliefsen, dafs die ganze Masse der Gesteine verschoben worden sey und dafs der Flufs, wenn einer vorhanden ist, auf der Linie der Verschiebung fliefst. Fig. 30.

Fig. 30.



stelle z. B. einen Plan einer Schlucht *a b* dar, die von einem Flusse durchströmt wird und in welcher die verschiedenen

Gesteinschichten vertikal stehen, statt horizontal zu liegen, wie in Fig. 29. Findet der Beobachter bei der Untersuchung, dafs eine Reihe bestimmter Schichten, 1, 2, 3, 4, wenn man sie über den Flufs verlängert, nicht auf einander treffen, wie es Fig. 30. darstellt, so wird er sich überzeugen, dafs die ganze Reihe der Gesteine verschoben worden ist und dafs der Flufs auf der Linie der Verschiebung fliefst.

Hat sich indefs ein Beobachter überzeugt, dafs eine Schlucht der obere Theil einer Spalte oder einer Unterbrechung in dem Zusammenhange der Gesteine auf beiden Seiten ist, so mufs er noch die wahrscheinlichen Wirkungen der Auswaschung durch den Flufs zu bestimmen suchen, indem er die allgemeine Beschaffenheit des Flufsbettes, die Härte der Gesteine, welche die Wände der Schlucht bilden, und der Geschiebe und Gesteinsbruchstücke, welche der Flufs, namentlich bei hohem Wasserstande, abwärts führt, in gehörige Erwägung zieht.

d) Wenn man Gründe hat, anzunehmen, dafs in einem Thale einst ein See gewesen, indem entweder durch Erhebung des Bodens oder durch einen Lavastrom, der quer durch das Thal geflossen ist, der Abflufs des Wassers gehemmt wurde, und dafs das Wasser dieses Sees durch allmälige Erniedrigung des Dammes abgeflossen sey, so mufs der Beobachter die wahrscheinliche Höhe untersuchen, welche der Damm hatte, ehe er durchschnitten wurde, um die zurückgehaltene Wassermasse, die Gröfse des Falls und die Geschwindigkeit des abfliefsenden Wassers und die Stärke der annagenden Kraft bestimmen zu können. Fig. 31. stelle den

Fig. 31.

Längendurchschnitt eines Sees *a* vor, der in einem Hauptthale durch einen Lavastrom *b*, welcher quer durch dasselbe hingeflossen ist, zurückgehalten wird. Dann wird man aus der Höhe von *b* über *c* (*c* ist das Flufsbett unterhalb des Dammes *b*, und eine Fortsetzung des früheren Flufsbettes *c d*) die Geschwindigkeit, mit welcher das überschüssige

Wasser des Sees *a* nach *c* hinstürzen würde, und folglich die annagende Kraft desselben, schätzen können. Diese Geschwindigkeit, und also auch die zerstörende Kraft des Wassers, würde mit der allmäligen Erniedrigung von *b* und der Verminderung des Falles abnehmen.

e) Der Beobachter darf die durch kleine Flüsse und durch starke Regengüsse bewirkten Auswaschungen nicht übersehen; denn obgleich sie auf den ersten Blick nicht bedeutend erscheinen mögen, so führt doch die vereinte Wirkung kleiner Bäche eine grofse Masse von feinerem Detritus in niedriger gelegene Gegenden, wo er entweder an günstigen Stellen aufgehäuft, oder durch die Hauptflüsse in die vertheilende Gewalt des Meeres geführt wird. In tropischen Ländern ist die auswaschende Kraft eines, wenige Stunden anhaltenden Regens sehr auffallend, namentlich an solchen günstigen Stellen, die von der, in diesen Ländern so gewöhnlichen, dichten Vegetation nicht bedeckt sind.

f) Seitdem die Geologen angefangen haben, ihre Aufmerksamkeit auf Thatsachen zu lenken, ist wohl kaum irgend eine Kraft mehr überschätzt worden, als die Kraft der Meeresströmungen und Fluthen, die von ihnen bespülten Küsten auszuwaschen und in dem Boden des Meeres Thäler auszuhöhlen. Der Grund hiervon scheint hauptsächlich darin zu liegen, dafs es an genauen Beobachtungen fehlte, und dafs man keine bestimmte Vorstellung hatte von der Kraft, deren Wirkung theoretisch bestimmt worden war. Hierdurch entstanden die fast unbegreiflichen Irrthümer hinsichtlich der geologischen Wirkungen solcher Kräfte. Der Beobachter ist weiter oben auf die fortschaffende Kraft der Meeresströmungen und der Fluth aufmerksam gemacht worden. Um die annagenden Wirkungen dieser Kräfte zu schätzen, mufs er die Geschwindigkeit des auf diese Weise in Bewegung gesetzten Wassers, die Tiefe, bis zu welcher sich diese Geschwindigkeit erstreckt, und die Verzögerung, welche das Wasser an der Küste und auf dem Grunde erleidet, wo seine zerstörende Kraft in der That erst beginnt, gehörig in Erwägung ziehen. Die Beobachtungen zur genauen Bestimmung dieser Wirkung müssen in den Jahreszeiten und an den Tagen angestellt werden, wenn die Strömungen und die Fluth in voller Kraft sind, das Meer jedoch vollkommen ruhig ist. Sie müssen ferner da angestellt werden, wo Wasser und Land sich berühren, weil da allein Annagung statt finden kann. Es dürfte kaum nöthig seyn, zu bemerken,

dafs die beste Zeit zur Bestimmung der auswaschenden Kraft der Fluthen die Zeit der Springfluthen ist, wenn der Fluthenstrom am stärksten ist.

IV. Auswaschung der Küsten durch die Wellen.

Wir erwähnen hier dieser Kraft, weil sie die gröfste landzerstörende Kraft ist, namentlich, wenn man sie im Grofsen und Ganzen betrachtet.

a) Um die Wirkungen dieser Kraft richtig würdigen zu lernen, sollte der Beobachter während eines schweren Sturms sich an einer ausgesetzten Küste befinden, wie z. B. an dem westlichen Irland, am Cap Land's End in Cornwall oder auf den Hebridischen Inseln, und die Kraft einer schweren atlantischen Welle, wenn sie die Küste trifft, beobachten. Der Schlag ist oft so stark, dafs der Felsen unter den Füfsen zu zittern scheint. Er wird an solchen Stellen im Allgemeinen finden, dafs die auf die wunderlichste Weise in tausend phantastischen Gestalten ausgehöhlten Felsen aus festen Gesteinen bestehen, denn nur sie können auf längere Zeit der fast unaufhörlichen Einwirkung einer solchen zerstörenden Kraft widerstehen. Ist er Zeuge einer solchen Scene gewesen, so wird er besser im Stande seyn, die Wirkung kleinerer Wellen auf weichere Gesteine anderer Küsten zu würdigen.

b) Der Beobachter mufs sorgfältig auf die Richtung des herrschenden Windes achten, so wie auf das Verhältnifs derjenigen Winde, welche die gröfsten Wellen gegen die Küste treiben, damit er den Verlust, welchen die Küsten in solchen Gegenden erleiden, wo die Gewalt der Brandung am mächtigsten und beständigsten wirkt, gehörig würdigt. So müssen wir an einer Küste, wo die westlichen Winde vorherrschen, und das vorliegende offene Meer eine ziemliche Ausdehnung hat, an den westwärts gerichteten Punkten die gröfste Zerstörung zu sehen erwarten, während Gesteine von gleicher Dichtigkeit, die nach Osten hin freistehen, weniger angegriffen seyn werden.

c) Der Beobachter mufs ferner seine Aufmerksamkeit auf das Steigen und Fallen der Fluth richten, wenn er die annagende Kraft der Wellen an solchen Küsten bestimmen will, die Ebbe und Fluth haben, indem da, wo ein gröfseres Steigen und Fallen stattfindet, eine gröfsere Oberfläche des Gesteins dem Angriffe ausgesetzt ist, als da, wo beides geringer ist. Ueberdies sind die Gesteine einer gröfseren Zer-

setzung unterworfen, wenn sie abwechselnd nafs und trocken werden, und zwar nach Verhältnifs der von diesem Wechsel betroffenen Oberfläche. Man mufs jedoch hierbei nicht vergessen, dafs die Küsten, welche bei der Fluth von der Brandung erreicht werden, häufig bei der Ebbe durch einen Strand gegen dieselbe geschützt, und daher während der ganzen Zeit, wo sich die Wellen an dem beschützenden Strande brechen, aufser dem Bereiche der zerstörenden Kraft derselben sind; die Dauer dieser Zeit variirt mit den verschiedenen Fluthzeiten und dem Zustande des Wetters im Allgemeinen.

d) Wenn ein Beobachter eine längere Zeit seine Aufmerksamkeit auf die zerstörende Kraft der Wellen, wo dieselben die Küste berühren, gerichtet hat, so wird es ihm nicht entgehen, dafs, ohne das Eintreten gewisser Umstände, ihre Wirkungen ganz anders gewesen seyn würden. Er wird sehen, dafs die Zerstörung der Küsten durch sogenannte Landfluthen, welche die Klippen gewissermafsen in die Gewalt der Brandung hineinschieben, sehr befördert wird, indem sie ein Gestein befeuchten, wodurch es seine Cohäsion verliert und nach der Richtung des geringsten Widerstandes, d. h. seewärts, hinabstürzt. Andere Eingriffe entstehen dadurch, dafs Theile der von den Wellen unterwaschenen Klippen herabstürzen, indem ihre Cohäsionskraft von ihrem Gewicht oder von der Schwere überwältigt wird. Wenn auch ein Gestein eine solche Cohäsion besitzt, dafs es eine bedeutende Aushöhlung, wie z. B. in Fig. 32., erleiden kann, ohne

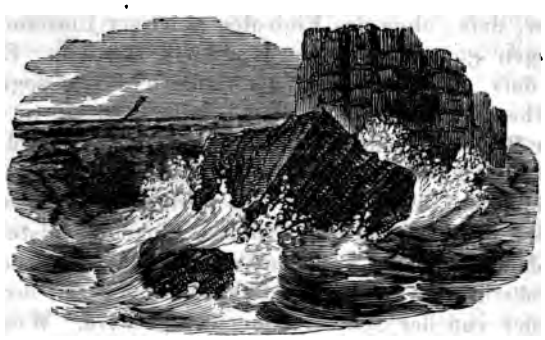
Fig. 32.

herabzufallen, so mufs doch, wenn die Wellen beständig in derselben Richtung ihren Angriff fortsetzen, endlich das Ge-

wicht der überhängenden Masse so grofs werden, dafs sie herabstürzt.

Wenn indefs eine grofse Felsmasse auf die oben angeführte Weise herabstürzt, so mufs der Beobachter seine Aufmerksamkeit auf den erhaltenden Einflufs derselben richten und zu diesem Zweck die Dichtigkeit des Gesteins, die Lage, welche es nach dem Fall angenommen hat, so wie die hierdurch erlangte Fähigkeit, die Wellen in gröfserer Entfernung von der Küste zu brechen, berücksichtigen. Ist das herabgestürzte Gestein geschichtet, so hängt viel davon ab, welche Seite es der Brandung zukehrt. Fällt es so, dafs die Schichtungsebene seewärts geneigt ist, wie in Fig. 33., so

Fig. 33.



wird es, wie ein gut angelegter Damm, die Klippe beschützen. Werden dagegen die Schichten in vertikaler Stellung dem Wellenschlage ausgesetzt, wie in Fig. 34., so sind sie einer

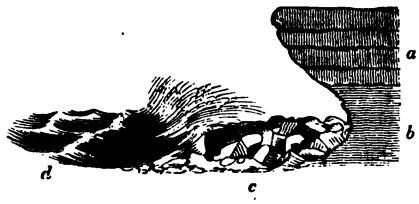
Fig. 34.

schnelleren Zerstörung unterworfen, und ihr erhaltender Einfluſs ist daher geringer.

Es möge hier bemerkt werden, daſs das Bewachsen mit Seethieren und Seepflanzen die Basis der Klippen an den Küsten, welche Fluth und Ebbe haben, sehr beschützt, und der Beobachter muſs vorzüglich den schützenden Einfluſs, den die Balanusmuschel an manchen Orten ausübt, beachten.

e) Wenn ein weicheres Gestein den Fuſs und ein härteres Gestein den oberen Theil einer Klippe bildet, so wird der Beobachter zuweilen finden, daſs die, in Folge der Unterwaschung herabgefallenen Massen des oberen Gesteins, für die Dauer einer durch verschiedene Umstände bedingten Zeit den unteren Theil vor weiterer Zerstörung schützen. Stellt z. B. Fig. 35. den Durchschnitt einer Klippe dar, deren obe-

Fig. 35.



rer Theil aus einem harten Gestein *a* besteht, welches auf einem weicheren *b* ruht, so würde die Einwirkung des Meeres *d* auf die Klippe dieselbe unterwaschen und das Herabstürzen von Massen des harten Gesteins *c* veranlassen, die sich am Fuſse der Klippe anhäufen und dieselbe, nach Maſsgabe ihrer Menge, der Gröſse der einzelnen Stücke und ihrer Härte, beschützen. Der Beobachter wird finden, daſs solche herabgefallene härtere Theile einer Klippe, mögen es nun Bruchstücke eines härteren, oben auf liegenden Gesteins, oder verhärtete Concretionen weicherer Schichten seyn, die zerstörende Kraft der Brandung an einer Küste bedeutend modificiren, namentlich während der Ebbezeit.

f) Die wirkliche Kraft der Brandung, Bruchstücke von Gesteinen, ihrer Härte gemäſs, zu zerkleinern, und folglich die relative Eigenschaft gewisser Gesteine, einer solchen Einwirkung zu widerstehen, läſst sich oft an günstig gelegenen Ufern ungefähr bestimmen. Man muſs jedoch hierbei groſse Sorgfalt auf die Umstände verwenden, welche die Bildung des Strandes begleiten, und namentlich sich zu überzeugen suchen, daſs keine Bruchstücke von Konglomeraten, die etwa

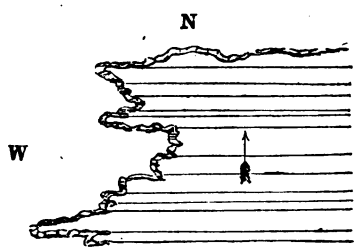
in der Nähe vorkommen, sich mit den Bruchstücken derselben Gesteinart, welche sich gegenwärtig von den Klippen an der Küste ablösen, vermischt haben. Dieselbe Bemerkung findet ihre Anwendung auf die von benachbarten Flüssen herbeigeschwemmten, oder aus den Klippen ausgewaschenen, verrundeten Geschiebe.

g) Wenn ein Beobachter sich einen allgemeinen Begriff machen will von der zerstörenden Kraft der Wellen an einer ausgedehnten Küstenlinie, so wird er wohlthun, seine Aufmerksamkeit nicht nur auf die relative Härte der Gesteine zu richten, aus welchen die Küste besteht, sondern auch, wenn die Gesteine geschichtet sind, auf die Lage der Schichten. Er wird dann bald bemerken, wie sehr der Umrifs der Küste, unter übrigens gleichen Umständen, von dem Streichen und Fallen der Schichten abhängt. Die Lage derselben ist in Bezug auf die Gewalt des Meeres nothwendig von Wichtigkeit; denn wenn eine Reihe von Schichten, wie in Fig. 36., seewärts einfällt, so kann die Einwirkung des Mee-

Fig. 36.

res auf sie nur relativ gering seyn, da die eine Welle, durch ihr Zurücklaufen von dem Abhange, die Kraft der nächsten gegen die Küste andringenden Welle vermindert, und was dieser an Kraft übrig bleibt, allmälig darauf verwendet wird, den Abhang hinanzurollen, auf dem sich kein vorspringender Theil befindet, der ihr einen Widerstand entgegensetzt. Kehren die Schichten ihre Ränder gegen die Brandung, so werden sie am meisten angegriffen. Fig. 37. stelle z. B. eine

Fig. 37.



Küstenlinie vor, die gegen Norden und Westen dem Angriffe des Meeres ausgesetzt ist. Nehmen wir die zerstörende Kraft der Wellen an beiden Punkten als gleich an, so wird die Wirkung derselben von dem Widerstande abhängen, den die Gesteine selbst entgegenstellen. Besteht das Land etwa aus Grauwacke, deren Schichten von O. nach W. streichen und unter einem Winkel von 45° gegen Norden einfallen, so wird die Widerstandskraft des Gesteins gegen Norden bedeutend seyn, weil es sich nach dieser Richtung gegen das Meer hinabsenkt, während dasselbe Gestein an der Westküste grofse Zerstörung erleiden wird, indem die Ränder der Schichten, nach dieser Weltgegend hin, den Angriffen der Wellen ausgesetzt sind, wodurch zahlreiche Einschneidungen entstehen werden.

Auch da, wo die Gesteinschichten sich an einer Küste nach dem Meere hin senken, läfst sich doch häufig die zerstörende Kraft der Wellen bemerken. Das Meer wirkt oft auf ein Land vermittelst der Zerklüftungen des Gesteins, oder der in letzterem durch Vertiefungen entstandenen Spalten; dennoch ist die beschützende Kraft der Schichten, die eine solche Neigung haben, immer hinreichend deutlich.

h) Der Beobachter würde wohl thun, an Küsten, wo er vermuthet, dafs seit Menschengedenken der Verlust an Land grofs gewesen sey, alte Fischer und andere Personen zu befragen, wieviel ihrer Meinung nach der Verlust betrage, wobei er sich nicht mit allgemeinen Angaben begnügen, sondern genau zu erforschen suchen mufs, wie grofs die Menge des verloren gegangenen Landes gewesen sey und wozu solche Theile benutzt wurden, ehe das Meer sie zerstörte. Dem Verfasser ist auf diese Weise oft von ungeheuren Verlusten erzählt worden, die sich später als unbedeutend erwiesen haben, während dieselben andererseits auch

häufig zu gering angeschlagen wurden. Auf alte Küst charten kann man sich wenig verlassen, da sie gröfst theils höchst ungenau sind. Es würde in der That ni schwer halten, Charten dieser Art aufzufinden, die, mit ne ren guten Aufnahmen verglichen, eine Zunahme von ei Viertelmeile zeigen, wo offenbar ein beträchtlicher Verl stattgefunden hat.

V. Mechanische Ablagerung des Detritus in Flu betten und auf Ebenen.

Durch die verschiedenen oben angeführten Ursachen e halten die fliefsenden Gewässer mechanisch schwebend e grofse Menge Detritus oder Bruchstücke verschiedener Grö die von älteren Gesteinen durch Zersetzung oder Annagu getrennt wurden, und die sich nun unter günstigen Umst den aus dem Wasser ablagern.

a) Um genau zu bestimmen, wie weit die verschiede Arten von Detritus durch fliefsendes Wasser hinweggefü seyn mögen, ehe sie sich ablagerten, mufs der Beobacl seine Aufmerksamkeit auf die Quantität und die Art des tritus richten, welche durch eine bestimmte Geschwindigk eines solchen Gewässers, das auf den Grund und die Sei seines Bettes einwirkt, fortgeführt werden kann; er m ferner untersuchen, wie viel und welche Art des Detri bei derselben Geschwindigkeit zugleich mechanisch sch bend erhalten werden kann. In dem ersteren Falle ist Reibung des Wassers an dem Boden und den Seiten Ursache zur Fortbewegung des Detritus; während in let rem Falle die Theile des Detritus bei hinreichender schwindigkeit und Aufregung der Wassertheilchen gleichs aufgerüttelt werden, wie feine Schlammtheile in einer Sch sel mit Wasser durch Umrühren in die Höhe steigen. E so wie die schlammige Masse in der Schüssel so lange Wasser mechanisch schweben bleibt, als die Bewegung Wassers währt, eben so bleibt auch der Detritus in grö ren Wassermassen mechanisch schwebend, bis die Bewegu unzureichend wird, und ein Niederschlag erfolgt.

b) Es wird dem Beobachter nicht entgehen, dafs Bergströmen, die durch Detritus, der durch starke Reg güsse oder andere Ursachen in sie hineingespült wur getrübt sind, das Wasser in beständiger Bewegung ist, u dafs Schlamm und Sand nur an solchen Stellen abges

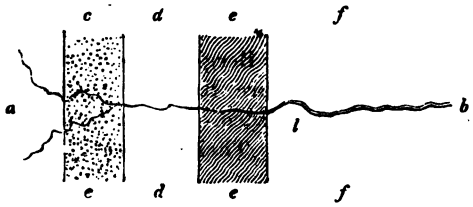
werden, wo diese Aufregung zu gering ist, um jene Massen mechanisch schwebend zu erhalten. Er wird überdies bemerken, dafs die Gröfse des Detritus, welcher fortbewegt werden kann, von der Geschwindigkeit und der Aufregung des Wassers abhängt. Ein Theil dieses Detritus ist mechanisch schwebend in dem Bergstrom enthalten, während die gröberen Theile durch ihre Reibung gegen den Boden und die Seiten fortbewegt werden. Es sind daher zwei Ursachen gleichzeitig wirksam, um Theile älterer Gesteine in niedrigere Gegenden zu führen.

c) Wenn ein Beobachter in fliefsendem Wasser eine besondere Art von Detritus bemerkt, so mufs er nicht zu voreilig schliefsen, dafs die Geschwindigkeit, womit jenes Wasser in dem Augenblicke der Beobachtung fliefst, hinreichend sey, um solchen Detritus dauernd, d. h. so lange mechanisch schwebend zu erhalten, als die Geschwindigkeit dieselbe bleibt. Die mechanische Schwierigkeit, in stillstehendem Wasser auf den Boden niederzufallen, wächst für den Detritus mit seiner Feinheit. Dasselbe Gesetz gilt für fliefsendes Wasser, obgleich die genannte Schwierigkeit wahrscheinlich mit der zunehmenden Geschwindigkeit des Wassers wächst, bis letztere endlich hinreichend ist, den Detritus mechanisch schwebend zu erhalten. Es wird indefs ein Zeitpunkt eintreten, wo die durch Aufregung bewirkte Kraft, die Massen schwebend zu erhalten, nachläfst, und wo dann die Ablagerung beginnt, die sich vermehrt, so wie das bewegte Wasser allmälig zur Ruhe kommt.

d) Auch das äufsere Ansehen, welches die auf verschiedene Weise erzeugten Ablagerungen zeigen, mufs man beachten. Eine Ablagerung, die aus Detritus besteht, der durch die Reibung des fliefsenden Wassers gegen den Boden und die Seiten des Flufsbettes fortgeführt worden ist, wird nothwendig ein anderes Ansehen haben, als eine, durch allmäliges Niederfallen von Schlamm oder Sand in ruhigem Wasser erfolgte Ablagerung. Der Detritus wird so lange fortbewegt, als das Wasser die Kraft behält, ihn fortzubewegen, oder mit anderen Worten, so lange das fliefsende Wasser hinreichende Geschwindigkeit und Druck besitzt. Ein Beobachter kann die Kraft eines Flusses, den Detritus fortzubewegen, bestimmen, wenn er das Gerölle und den Sand in einem Flufsbette untersucht, die verschiedenen, oben angeführten Umstände berücksichtigt und sich eine Kenntnifs

derjenigen Gesteine erwirbt, die der Flufs auf seinem Laufe berührt. Es sey z. B. Fig. 38. der Lauf eines Flusses *a b*

Fig. 38.



durch ein aus den Gesteinen *c c*, *d d*, *e e* bestehendes Land in ein flaches Land *f f*, wo sein Lauf langsam wird. Das Gefälle des Flufsbettes von *a* bis zu dem flachen Lande sey hinreichend, um den Flufs in den Stand zu setzen, da, wo er mit voller Kraft wirken kann, Geschiebe von der Gröfse eines Eies fortzubewegen. Wenn der Flufs so grofse Geschiebe fortzuschaffen vermag, so folgt, dafs er, unter übrigens gleichen Umständen, auch kleinere mit fortführen, und endlich, dafs er die von einer gewissen Gröfse durch seine Geschwindigkeit mechanisch schwebend erhalten kann. Wo sich ihm ein Hindernifs darbietet, wird nothwendig ein Absatz des fortgeführten Detritus stattfinden, und da dies nach dem verschiedenen Wasserstande des Flusses wechselt, so werden Ablagerungen dieser Art ein unregelmäfsiges Ansehen haben, etwa wie es Fig. 39. darstellt, und aus schmalen Lagen, in der Richtung der fortbewegenden Strömung, bestehen.

Fig. 39.

In Fig. 38. haben wir angenommen, der Flufs sey im Stande, Geschiebe bis dahin fortzuführen, wo das niedrige Land *f f* anfängt. Der Beobachter wird daher bei *l*, wo das geringere Gefälle des Flusses beginnt, und die fortbewegende Kraft desselben aufhört, unregelmäfsige Anhäufungen von Geschieben und Sand zu suchen haben. Er wird indefs nicht erwarten, dort auch den feineren Schlamm oder Schlick angehäuft zu finden, denn obgleich der Flufs allmälig die Kraft, den Detritus mechanisch schwebend zu erhalten, verliert, so ist doch die zur Absetzung, namentlich der feineren Theile

desselben erforderliche Zeit so grofs, dafs der Flufs vielleicht das ganze flache Land in einem getrübten und gefärbten Zustande durchfliefst und nur ganz allmälig die in ihm verbreitete Detritusmasse fallen läfst. Die Aufregung des fliefsenden Wassers ist oft so grofs, dafs der Schlick und Schlamm schwebend erhalten werden, bis das Ganze von einem ruhigen Wasser, etwa von einem See oder dem Meere, aufgehalten wird.

e) Eine Ablagerung von fortgeschwemmtem Detritus kann nur längs der Flufslinie unter den oben angegebenen Umständen stattfinden; und wenn daher solche Ablagerungen nicht etwa durch hohen Wasserstand aufgewühlt und weiter fortgeführt werden, so müssen wir erwarten, dafs sich das Flufsbett erhöht. Hierauf mufs der Beobachter besonders achten. Die Kraft eines Flusses, sein Bette rein zu erhalten, und selbst tiefer zu machen, nachdem die Hauptvertiefungen desselben ausgefüllt sind, ist da, wo er schnell fliefst, meist deutlich wahrzunehmen, dagegen wird man oft finden, dafs er da, wo er anfängt langsam und träge zu fliefsen, sein Bette durch die Anhäufung des aus höheren Gegenden herabgeschwemmten Detritus erhöht. Auf weiten Ebenen scheint viel Alluvialmasse abgesetzt worden zu seyn durch das Erhöhen der Flufsbetten und durch das Streben der Flüsse, solche erhöhte Betten zu verlassen und an niedrigen Stellen zu fliefsen, die dann später auch wieder erhöht werden, so dafs die ganze Ebene eine gewisse Vermehrung ihrer Höhe erhält. Es folgt hieraus, dafs, wenn man in solchen Flüssen, die eine Neigung zeigen, ihr Bette zu erhöhen, künstliche Eindeichungen anlegt, schneller eine Erhöhung des Bettes stattfinden wird, als wenn der Detritus bei hohem Wasserstande auf beiden Seiten nach niedrigeren Stellen hingeschwemmt werden kann. Besonders auffallend findet der Reisende dies in Italien, wo man, um die angebauten Ebenen vor den Verwüstungen der sie durchziehenden Flüsse zu schützen, gezwungen gewesen ist, im Verhältnifs, wie das Flufsbette sich erhöht, auch die Ufer allmälig höher zu machen, so dafs die Wege, welche über diese Flüsse hinwegführen, über eine Anhöhe gehen.

f) Man mufs nicht annehmen, dafs der Sand, Thon und das Gerölle, die oft mit dem Namen Alluvium bezeichnet werden und sich auf allen grofsen Ebenen finden, durch Ablagerung des aus höheren Gegenden durch Flüsse herabgeschwemmten Detritus entstanden seyen; denn die in dem

Sande, Thon und Gerölle häufig aufgefundenen organischen Reste beweisen, dafs einige dieser Ablagerungen im Meere und andere offenbar in Landseen gebildet wurden. Ueberdies sind die in dem Gerölle der Niederungen enthaltenen Gesteinsbruchstücke oft so grofs, und von solcher Art, dafs sie nicht durch die jetzigen Flüsse in ihre gegenwärtige Lage konnten geführt worden seyn. Ehe daher ein Beobachter sich den Schlufs erlaubt, dafs der Sand, Thon oder das Gerölle einer bestimmten Ebene durch Ablagerung des Detritus entstanden seyen, den die jetzt daselbst vorhandenen Flüsse anschwemmten, sollte er Durchschnitte des niedrigen Landes aufzufinden suchen, entweder längs den Ufern des Flusses selbst, in den Wasserrissen, die mit dem Flusse zusammenhängen, oder in künstlichen Aushöhlungen, wie z. B. in Brunnen u. s. w. Er sollte an solchen Punkten sorgfältig nach organischen Ueberresten suchen, weil häufig die Art der aufgefundenen ihm wichtige Aufschlüsse geben kann. Er sollte ferner an solchen Punkten untersuchen, ob sich nicht unter den Geschieben solche finden, die von Gesteinen entlehnt sind, welche nicht in dem Bereich der gegenwärtigen Gewässer des Landes vorkommen. Auch wenn er keine anderen findet, als die von Gesteinen innerhalb dieses Bereiches herstammenden, so mufs er doch sorgfältig erwägen, ob sie, ihrer Gröfse oder anderer Umstände wegen, durch eine Wasserkraft, wie die jetzt existirenden Flüsse sie darbieten, selbst bei aufserordentlich hohem Wasserstande, an ihren gegenwärtigen Fundort könnten geführt worden seyn.

g) Es giebt wohl nur wenig Personen, die nicht bemerkt haben, dafs Flüsse in ebenen Ländern sehr zu Krümmungen (Serpentinen) geneigt sind. Ein unbedeutendes Hinderniſs scheint, bei ihrem ersten Fliefsen an solchen Stellen, ihren Lauf abgelenkt zu haben. Ist die Geschwindigkeit solcher sich schlängelnden Flüsse stark genug, um ihre Ufer anzugreifen, so wird dies am wirksamsten in dem innersten Winkel einer jeden Krümmung geschehen, weil sich daselbst ihrem Laufe der gröfste Widerstand darbietet. Wenn daher zwei Krümmungen eines Flusses einander gegenüberstehen, wie *a*, *b* und *c* in Fig. 40., so werden sie streben, sich ein-

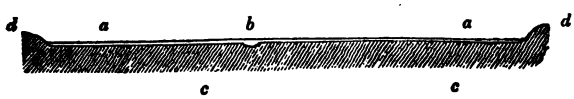
Fig. 40.

ander zu nähern und sich endlich vereinigen, wodurch das Flufsbette um die Länge der Krümmung verkürzt wird. Solche Veränderungen in dem Flufsbette sind bekanntlich in dem Mississippi häufig und müssen nothwendig bei allen Flüssen vorkommen, wo ähnliche Umstände stattfinden.

Hierdurch können in dem von den Flüssen herabgeschwemmten Detritus beträchtliche Veränderungen hervorgebracht werden, und wenn folglich dadurch eine Ablagerung auf der Erde entsteht, so mufs sie von sehr unregelmäfsiger Beschaffenheit seyn.

h) Findet ein Beobachter einen Strich ebenen Landes überschwemmt, oder mit dem trüben Wasser eines über seine Ufer getretenen Flusses bedeckt, so sollte er die Quantität der festen Masse zu bestimmen suchen, welche dem Lande hinzugefügt wird, wenn das Wasser so allmälig sich zurückzieht, dafs ein grofser Theil des feinen, darin vertheilten Detritus zu Boden fallen kann. Den Betrag der auf diese Weise zu irgend einer Zeit über einer bestimmten Ebene schwebenden festen Masse kann er dadurch schätzen, dafs er ein Gefäfs, dessen Inhalt bekannt ist und z. B. einen Kubikfufs beträgt, mit diesem trüben Wasser füllt, und dann, wenn es durch den Niederschlag klar geworden ist, die relative Menge desselben zu bestimmen sucht. Berechnet er nun die Tiefe des Wassers über der überschwemmten Fläche und die Gröfse dieser Fläche selbst, so ist er im Stande, zu bestimmen, wie viel feste Masse sich auf einem besonderen Theile eines niedrigen Landes bei irgend einer Fluth absetzen kann. Wenn Fig. 41. den Durchschnitt einer ebenen Fläche

Fig. 41.



c c darstellt, die von einem Flusse b durchströmt wird, der, in Folge eines starken Regens, seine Ufer überschwemmt und sich in der Richtung *a a* bis an das aufsteigende Land

d d ausgebreitet hat, so wird, während der Flufs sinkt, ein bedeutender Theil des trüben Wassers in den Flufs *b* zurückkehren, so dafs, aufser einer geringen Ablagerung, während die ganze Wassermasse noch über dem flachen Lande stand, dieses nicht einen solchen Zusatz erhalten wird, wie man auf den ersten Blick glauben möchte.

Das Verhältnifs gestaltet sich jedoch ganz verschieden, wenn, wie in Fig. 42., ein Flufs *b* sein Bette so erhöht hat,

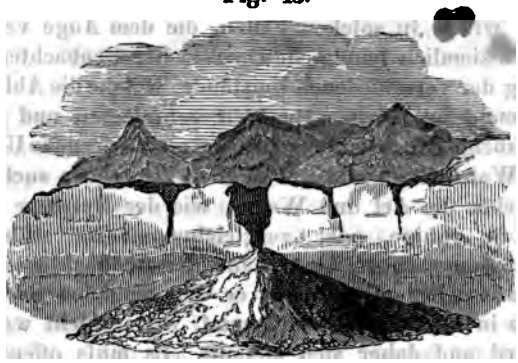
Fig. 42.

dafs zu beiden Seiten desselben grofse Landstriche tiefer liegen. Tritt dieser Flufs über seine Ufer und breitet er seine trüben Wasser *a a* über das anliegende Land aus bis zu dem aufsteigenden Terrain *d d*, dann wird alle feste Masse, die in solchen trüben Wasserflächen, in niedrigerem Niveau als das Flufsbette, enthalten ist, auf das überschwemmte Land abgesetzt werden. Ist das ganze Land überschwemmt und steht die allgemeine Wasserfläche höher, als die Ufer des Flusses, so wird die Quantität des Abgelagerten noch vermehrt werden, indem der höher als die Flufsufer stehende Theil der Wassermasse schon die in ihm enthaltene feste Masse abgesetzt haben wird, ehe er sich in das Flufsbette zurückzieht. Da die Fälle so verschieden seyn können, so wird ein Beobachter wohl thun, sich zu überzeugen, ob das Bette oder vielmehr die Ufer eines Flusses in einer Ebene sich im Allgemeinen über das ebene Land erheben. Dies ist offenbar eine mühsame Arbeit, wenn die Ebenen ausgedehnt sind, aber sie mufs mit Genauigkeit ausgeführt werden, wenn wir die Menge des feinen Detritus bestimmen wollen, der auf diese Weise über ausgedehnte niedrigere Landstriche, wie z. B. die Ebenen Indiens, verbreitet wird.

i) Ehe wir zu einem anderen Gegenstande übergehen, möchte es nöthig seyn, die Aufmerksamkeit des Beobachters auf diejenigen Anhäufungen von Detritus zu richten, die oft von Nebenflüssen in die Hauptflüsse gebirgiger Länder geführt werden. Wenn der Nebenflufs völlig oder nahe in demselben Niveau sich mit voller Gewalt in den Hauptflufs ergiefst, so findet meistentheils keine Anhäufung von Detritus statt, den Fall ausgenommen, wenn in dem Lande, welches der Nebenflufs durchläuft, ein ungewöhnlich starker

Regen fällt, der den Hauptfluſs nicht erreicht. Dann wird durch die vermehrte fortschwemmende Kraft des Nebenflusses eine Menge Detritus in den Hauptfluſs getrieben, den derselbe nicht fortzuschaffen vermag, so daſs es wohl sich ereignen kann, daſs letzterer dadurch auf einige Zeit aufgestaut wird, bis er endlich den Widerstand überwindet und den losen Detritus mit sich fortreiſst. Kommt dagegen, wie in Fig. 43., der Nebenfluſs aus einem Seitenthale heraus, das

Fig. 43.



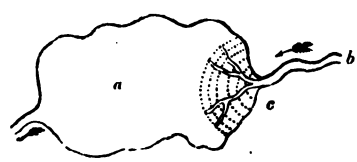
in einem beträchtlich höheren Niveau liegt, als der Hauptfluſs, so wird er den Detritus, den er herabschwemmt, in Gestalt eines halben Kegels oder eines senkrecht auf seine Grundfläche getheilten Kegels absetzen. Dieser Kegel wird seine Gestalt beibehalten, wenn der Hauptfluſs nicht so nahe ist, daſs er die Basis desselben angreifen und hinwegreiſsen kann, und an günstig gelegenen Stellen, wie in einigen Theilen der Alpen, sieht man da, wo der mehr oder weniger getheilte Nebenfluſs nicht mit solcher Gewalt in die niedrigen Gegenden hinabstürzt, Hütten und Ackerbau auf diesen Hügeln. Ein Beobachter wird wohl thun, seine Aufmerksamkeit darauf zu richten, wie die groſsen und kleinen Gesteinmassen mit Thon, Sand, verrundeten Geschieben, Bruchstücken von Bäumen u. s. w. in diesen oft beträchtlichen Anhäufungen durch einander vorkommen, da es ihm bei der Bestimmung des wahrscheinlichen Ursprungs verschiedener Arten von Konglomeraten, die sich unter den älteren Gesteinen finden, von Nutzen seyn kann.

VI. Ablagerung des Detritus in Seen und im Meere.

Da man annimmt, dafs der gröfsere Theil derjenigen Gesteine, welche in Lagen abgetheilt sind und die daher geschichtete genannt werden, durch Ablagerung aus dem Wasser der Seen und Meere entstanden ist, so wird es von Wichtigkeit seyn, sorgfältig zu beachten, wie der von den Flüssen fortgeführte oder von den Küsten selbst entnommene Detritus auf den Boden der jetzigen Seen und Meere abgesetzt wird. In solchen Fällen, die dem Auge verborgen und leider ziemlich häufig sind, sollte der Beobachter, durch Erwägung der verschiedenen Umstände, welche die Ablagerung von Sediment an solchen Punkten veranlassen und zugleich durch gehörige Beachtung der lokalen modificirenden Ursachen, sich der Wahrheit so sehr als möglich zu nähern suchen.

a) Ueber die Art und Weise, wie der Detritus von den Flüssen in ruhige oder vergleichungsweise stillstehende Wassermassen geführt wird, kann der Beobachter sich viel Aufklärung verschaffen, wenn er den Sand betrachtet, den ein Flies in einen Teich schwemmt, wo er nicht weiter geführt wird und daher sich anhäuft. Es mufs offenbar dasselbe entstehen, wenn man losen Sand in ein kleines Flies wirft, dessen Geschwindigkeit grofs genug ist, um ihn bis in einen stehenden Teich, worin er sich ergiefst, fortzuführen. In beiden Fällen wird man finden, dafs an der Einmündung des Fliefses in den Teich kleine Sandhaufen entstehen und dafs der angehäufte Sand kleine abgestumpfte Kegel zu bilden sucht, wenn man die fächerförmigen Gipfel derselben, die durch den darüber hingeschwemmten Sand fortwährend verändert werden, so nennen will. Wenn Fig. 44. einen stillstehenden Teich, *a*, darstellt, in

Fig. 44.

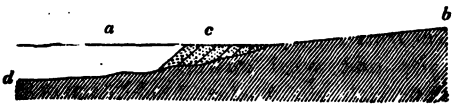


welchen ein kleiner Bach, *b*, Sand hineinschwemmt, dann wird dieser Sand sich bei *c* anhäufen, indem er in dem Teich *a* auf solche Weise zu Boden fällt, dafs er einen kleinen abge-

stumpften, halbirten Kegel bildet, der an Umfang zunimmt, wie die concentrischen Linien bei *c* andeuten.

Richtet nun ein Beobachter seine Aufmerksamkeit auf die Weise, wie die Sandkörner in verticaler Richtung abgesetzt werden, so wird er finden, dafs es so geschieht, wie es in Fig. 45. dargestellt ist, wo *a* die Oberfläche des Tei-

Fig. 45.



ches, *d* den Boden desselben, *b* das Gefälle des Baches, welcher den Sand fortschafft, und *c* die successiven Schalen bezeichnet, welche durch die in das ruhige Wasser hinabfallenden Sandkörner gebildet werden. Diese Sandkörner unterstützen einander unter einem Winkel von etwa 45° auf dieselbe Weise, wie bei einem Schutthaufen, über dessen Spitze beständig Schutt geworfen wird. Die Geschwindigkeit, mit welcher der Bach die Sandköner fortbewegt, wird verursachen, dafs die auf einander folgenden Sandlagen anfangs unter einem geringeren Winkel geneigt sind, als die später abgesetzten; denn so wie der kleine Haufen sich vergröfsert und sein flacher Gipfel sich mehr ausdehnt, wird die Geschwindigkeit des Baches durch die Theilung in mehrere kleinere Arme und durch das verminderte Gefälle derselben an der Stelle, wo die Sandkörner in den Teich fallen, geringer, und dieselben folglich mit verminderter Gewalt an den Rand getrieben werden, weshalb sie leichter herunterfallen. Es kann sich auch ereignen, dafs der Bach die kleinen Steinchen, welche er während der Bildung der ersten Lagen des Sandhaufens fortbewegt, später, wenn der flache Gipfel an Ausdehnung zugenommen hat, nicht mehr darüber hinwegzuschaffen vermag.

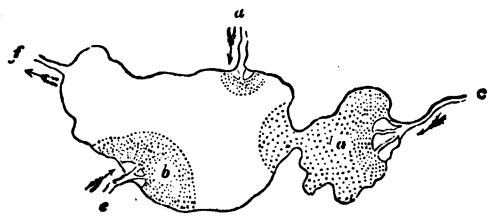
Wenn der Sandhaufen die gewünschte Gröfse erlangt hat, leite man den kleinen Bach seitwärts ab und pumpe den Teich aus, so dafs der kleine Sandhaufen unversehrt bleibt. Der Beobachter theile ihn nun vorsichtig mit einem scharfen Spaten oder einem anderen schneidenden Instrumente, und er wird einen Durchschnitt erhalten, der ihn in den Stand setzt, die Entstehungsweise desselben zu untersuchen. Er wird dies jedoch nicht deutlich sehen, wenn der Sand von

gleicher Gröfse und Farbe ist; wirft er aber, wie der Verfasser es gethan hat, Sand von verschiedener Farbe und Gröfse in einen Bach, da derselbe bis in den Teich fortschwemmen kann, wobei man nur darauf zu achten hat, dafs der Sand von einer Farbe und Gröfse erst völlig hinweggespült ist, ehe man anderen hineinwirft, so wird die geneigte Lage der concentrischen Schalen leicht zu erkennen seyn. Wird während des Versuches das Wasser in dem Bache nach Gefallen vermehrt oder vermindert, so dafs zu einer Zeit gröfserer Detritus fortgeschwemmt werden kann, als zu einer anderen, und wird zuweilen das Wasser sogar getrübt, so dafs sich ein Niederschlag in dem Teiche bilden kann, so werden sich dem Beobachter eine Menge von Resultaten darbieten, deren Wichtigkeit ihm bald einleuchten wird.

b) Die Anhäufung des Detritus, der auf dem Boden der Flüsse fortbewegt und zuletzt in Seen und Meere hineingeführt wird, geschieht genau nach demselben Principe, wie die oben angeführte Anhäufung des Sandes. Nach der verschiedenen Gröfse des Detritus sind auch die Wirkungen verschieden, und die modificirenden Ursachen treten deutlicher hervor; das Princip bleibt jedoch dasselbe, und bei den gröfseren Massen wird, auf dieselbe Weise wie bei den kleineren, eine Schicht neben der anderen abgesetzt. Die Steine oder der Sand werden bis an die Ränder der gröfseren Anhäufung loser Materialien vorgeschoben, wo sie dann, weil ihnen die Unterstützung fehlt, die ihnen früher das Flufsbette darbot, herabfallen und sich nach den, unter solchen Umständen die Körper afficirenden Gesetzen anordnen.

c) Wenn der Beobachter seine Aufmerksamkeit darauf richtet, wie der Detritus in grofse Seen, wie z. B. die Seen in Nordamerika, der Schweiz und Norditalien hineingeschwemmt wird, so wird er nicht selten beträchtliche Abweichungen in den Bestandtheilen und der Art und Weise der durch die Flüsse und Bergströme verursachten Ablagerung finden. Nehmen wir an, Fig. 46. stelle einen See dar, welcher, durch die gegenseitige Annäherung der gegenüberstehenden Ufer an einer Stelle, in zwei ungleiche Theile getheilt ist, und ein Beobachter wollte die Ablagerung des Detritus bestimmen, den die Flüsse *c*, *d*, *e*, die sich in den See ergie-

Fig. 46.



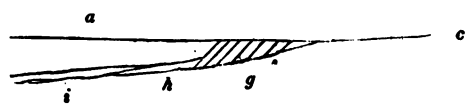
fsen, herbeischwemmen, so wird er zuerst die Geschwindigkeiten der verschiedenen Flüsse in Erwägung zu ziehen haben, die er ungefähr nach dem Gefälle der Flufsbetten schätzen kann, wobei er jedoch die relative Wassermenge und die relative Dauer eines bestimmten Wasserstandes in jedem Flusse berücksichtigen mufs. In dem vorliegenden Falle sey *c* der Hauptzufluſs des Sees, der aus einer beträchtlichen Entfernung herbeifliefst und stets eine bedeutende Wassermasse in den See ergiefst, während das überschüssige Wasser bei *f* einen Abfluſs hat; *d* und *e* mögen die Betten zweier Bergströme seyn, die zuweilen mit beträchtlicher Gewalt von den Bergen herabstürzen, während sie zu einer anderen Zeit wenig Wasser enthalten.

Nehmen wir ferner an, dafs das Wasser des Flusses *c* gewöhnlich getrübt ist, wie die Gletscherwasser der Alpen, obgleich es nach Umständen, wie dies bei den meisten Flüssen der Fall ist, in Hinsicht der Quantität sehr variirt, so dafs die Kraft des Flusses *c*, den Detritus fortzuschaffen, nicht stets gleich ist. Es ist klar, dafs die Wirkungen des Flusses *c* constanter sind, als die der Bergströme *d* und *e*, obgleich er vielleicht in einer gegebenen Zeit nicht eine so grofse Quantität fester Masse in den See hineinschwemmt, als jene beiden Bergströme *d* und *e*. Dies hängt indefs von mannigfaltigen Lokalumständen ab. Wir wollen hier annehmen, die ganze Masse des von beiden Bergströmen *d* und *e* in den See hineingeführten Detritus sey gleich derjenigen des Flusses *c*.

Nachdem wir dies festgestellt haben, wollen wir sehen, wie die erzeugten Wirkungen geschätzt werden können. Wenn wir jetzt einen See untersuchen, in welchem der Ausfüllungsprozefs eine sehr lange Zeit fortgewährt hat, so müssen wir die jetzigen Tiefen in Betracht ziehen, namentlich, wenn wir die Zeit bestimmen wollen, die erforderlich

wäre, um den See durch den Detritus, der jetzt hineingeführt wird, auszufüllen. Um indefs einen deutlicheren Begriff zu geben von der Art und Vertheilung der Ablagerungen, die nach den oben angeführten Daten entstehen würden, so wollen wir den Anfang des Ausfüllungsprozesses betrachten, und, der Einfachheit wegen, annehmen, die Tiefe des Sees sey fast überall dieselbe, obgleich natürlich die ursprüngliche Form des Seebodens von grofsem Einflufs auf die erfolgten Ablagerungen seyn mufs. Der Flufs *c* wird den Detritus, den er durch die Reibung in seinem Bette vorwärts bewegt, in der früher angegebenen Weise absetzen, während zugleich ein Theil seines trüben Wassers in die ruhigen Wasser des Sees gelangt. Die Gewalt des ersteren wird durch letzteres aufgehalten, und da das getrübte Wasser schwerer ist als das der Süfswasserseen, so sinkt es in Wolken zu Boden, wie man dies bei dem Einflufs der Rhone in den Genfer See und an anderen ähnlichen Orten deutlich wahrnehmen kann. Nach Verhältnifs der Geschwindigkeit, mit welcher das trübe Wasser in den See eintritt, dringt es mehr oder weniger weit in denselben vor, aber indem seine Bewegung zuletzt gehemmt wird, fällt der Niederschlag zu Boden. Da der Detritus um so weiter geführt wird, je feiner er ist, so würden sich sehr complicirte Wirkungen ergeben, wie z. B. in Fig. 47., wo *c* den Flufs, *a* die

Fig. 47.



Oberfläche des Sees, *g* den, durch die fortschaffende Kraft des Flusses angehäuften Detritus, *h* und *i* die Ablagerungen aus dem trüben, von dem See aufgehaltenen Wasser, und zwar *h* den sandigen und *i* den schlammigen Absatz bezeichnen, weil der gröbere Detritus aus dem aufgestauten Wasser früher niederfällt, als der feinere. Es ist klar, dafs der mechanisch fortgestofsene Detritus nach einiger Zeit sich über den aus dem trüben Wasser abgelagerten Sediment anhäufen wird, und dafs daher geneigte Schichten von gröberem Detritus die fast horizontalen feineren Ablagerungen bedecken werden. Es würde uns zu weit führen, wenn wir hier in

ein gröfseres Detail der verwickelten Erscheinungen eingehen wollten; doch ist manches leicht einzusehen.

Kehren wir noch einmal zu dem See, Fig. 46., zurück. Angenommen, die Masse des Sediments, welches durch die oben angeführten, zusammengesetzten Wirkungen von dem Flusse abgesetzt oder fortgeschwemmt worden ist, nehme den punktirten Raum *a* ein, bedecke also den ganzen kleineren See und erstrecke sich noch auf eine geringe Entfernung in den gröfseren See hinein. Wir müssen nun die Wirkungen der Bergströme *d* und *e* in Erwägung ziehen, und dies wird am zweckmäfsigsten geschehen, wenn wir, nach der Natur der Gesteine, welche beide Bäche durchschneiden, annehmen, dafs *d* nur Bruchstücke harter Gesteine fortschwemmt, während viel erdige Substanzen und weiche, durch die Reibung leicht zu zerkleinernde Gesteinsbruchstücke mit härteren vermischt, durch *e* in den See hineingeführt werden. Wenn *d* nur wenig erdige Theile enthält, so wird da, wo dieser Bergstrom in den See einmündet, nichts als eine Anhäufung von Bruchstücken in der oben beschriebenen Form eines abgestumpften, aus Schichten bestehenden, halben Kegels entstehen und jenseit dieses Haufens der Boden des Sees nur wenig bedeckt werden. Anders würde sich das Verhältnifs bei *e* gestalten, wo zwar auch, wie in dem vorigen Falle, sich ein Haufen von Geschieben bilden wird, der jedoch mit weicheren Substanzen gemengt ist, während ein Theil des trüben Wassers in den See hineintritt und, wie bei *c*, auf dem Boden desselben eine Ablagerung bildet. So erhalten wir zuletzt einen Haufen harter und wahrscheinlich eckiger Bruchstücke bei *d*; einen ähnlichen, aber mit weicheren Massen unordentlich vermischten Haufen bei *e*, an den sich ein sandiger und schlammiger Niederschlag, der etwa die punktirte Fläche *b* bedeckt, anschliefst, und endlich eine Anhäufung von fortgerollten, und deshalb mehr oder weniger abgerundeten Geschieben, so wie die Ablagerung feinerer Substanzen bei *a*. Erwägen wir nun, dafs die Ablagerungen durch Veränderungen des Wasserstandes in den Flüssen und Bergströmen sehr modificirt werden, namentlich in *c*, so ergiebt sich eine sehr complicirte Ablagerung, die noch immer Aenderungen unterworfen ist, je mehr die Ausfüllung des Sees fortschreitet. Ist daher der See ausgefüllt, und es entständen durch ein grofses geologisches Ereignifs mehrere Durchschnitte seiner festen Masse, so würde sich in seinen verschiedenen Theilen eine sehr geringe mineralogische Ueber-

einstimmung zeigen. Man mufs jedoch nicht vergessen, dafs, je gröfser das Uebergewicht einer Ursache ist, um so mehr auch die dadurch erzeugten Wirkungen übereinstimmen. So ist z. B. die Rhone am thätigsten bei der Ausfüllung des Genfer Sees, und wenn wir uns den ganzen See ausgefüllt denken, so würden die von dem Gletscherwasser der Rhone herbeigeführten Massen den Hauptbestandtheil der Ablagerung bilden.

d) Bei der Fortschaffung des Detritus ins Meer kommen dieselben Grundsätze in Anwendung, wie bei den Süfswasserseen; doch treten hierbei verschiedene modificirende Umstände ein, die der Beobachter sorgfältig in Erwägung ziehen mufs. Die unter dem Namen Delta bekannten, in das Meer hinausragenden Detritusmassen, wie das Delta des Nil's, Indus, Ganges u. s. w., bestehen sowohl aus Detritus, der durch die Reibung des Flufswassers gegen das Flufsbette fortbewegt wird, als aus solchem Detritus, der in demselben Wasser mechanisch schwebend enthalten war. Hierbei ist jedoch ganz besonders zu berücksichtigen, dafs das specifische Gewicht des Meerwassers gröfser ist, als das des süfsen Wassers, d. h. es ist schwerer; und daher kommt es, dafs getrübtes Flufswasser, wenn es nicht zu viel mechanisch darin schwebenden Detritus enthält, noch leichter ist, als Meerwasser, und, unter übrigens gleichen Umständen, über letzteres eine Strecke weit hinfliefst, deren Gröfse von der Geschwindigkeit und dem Volumen des Flusses abhängig ist.

Das trübe Flufswasser fällt daher nicht in Wolken nieder, wie es der Fall ist, wenn ein getrübter Flufs sich in einen Süfswassersee ergiefst, sondern es fliefst auf dem Meerwasser hin und wird, entweder durch die von dem Flusse hervorgebrachte Strömung, oder durch die Fluth und andere Ursachen, in eine gröfsere Entfernung hinausgeführt, als dies bei Süfswasserseen der Fall seyn würde, wie grofs dieselben auch seyn mögen. Aus dieser Ursache wird, bei derselben Quantität und Qualität und bei derselben Geschwindigkeit des Wassers, im Meere ein allgemeinerer und gleichförmigerer Niederschlag entstehen, als im süfsen Wasser. Der Beobachter mufs indefs hier wieder modificirende Umstände in Erwägung ziehen. Was den Anstofs einer Masse Flufswasser gegen eine stillstehende Wassermasse betrifft, so wird jenes nothwendig um so mehr aufgehalten werden, je schwerer und dichter diese ist. Daher würde ein Flufs, der sich in das Meer ergiefst, gröfseren Widerstand finden,

als wenn er in einen Süfswassersee mündet, wenn er nicht im ersteren Falle über die Wassermasse hin, im letzteren dagegen in sie hineinflösse, also in diesem den gröfsten Widerstand erlitte, nach demselben Princip, dafs ein Flufs mehr aufgehalten wird, der in den Sand hinein, als der über ihn hinfliefst.

Die verschiedene Dichtigkeit des Flufs- und Seewassers mufs auch noch in anderer Beziehung berücksichtigt werden. Je gröfser die Dichtigkeit einer Flüssigkeit ist, um so schwieriger wird die Fortschaffung des Detritus von derselben Schwere, Gröfse und Gestalt durch diese Flüssigkeit. Dieselbe Art des Detritus wird daher längere Zeit gebrauchen, um durch Meerwasser, als durch süfses Wasser, beides von gleicher Tiefe, hindurchzudringen, und daher auch dem Zufall der Bewegung in einem Falle länger ausgesetzt bleiben, als in dem anderen. Es folgt hieraus ebenfalls, dafs, wenn die Geschwindigkeit eines getrübten Flusses durch das Ergiefsen in ein süfses Wasser aufgehalten wird, der Detritus schneller zu Boden sinken würde, als wenn die Einmündung in das Meer geschieht, denn erstlich wird der Flufs nicht so sehr gehemmt, und dann mufs er, selbst wenn das Meer- und Flufswasser sich etwas vermischt hat, ein dichteres Medium passiren, um auf den Boden zu gelangen. Diese Andeutungen werden hinreichend seyn, um die Aufmerksamkeit des Beobachters auf einige modificirende Umstände zu lenken; andere, daraus entstehende, wird er leicht von selbst wahrnehmen.

Will ein Beobachter direkte Versuche anstellen über die Tiefe, bis zu welcher das trübe Wasser der Flüsse in der Nähe der Mündung oder weiter hinaus im Meere, sich erstreckt, so mufs er sich, vermittelst der zu diesem Zwecke erfundenen Instrumente, Wasser aus verschiedenen Tiefen zu verschaffen suchen, und sorgfältig das specifische Gewicht desselben bestimmen, damit er das Vorkommen eines blos gefärbten Wassers in einiger Entfernung von der Küste nicht einer falschen Ursache zuschreibt. Er mufs auch die Temperatur des Wassers aus verschiedenen Tiefen untersuchen, da ihm dies bei der Bestimmung der relativen Dichtigkeit des Wassers von Nutzen seyn kann. Auf diese Weise gelangte Capitain *Sabine* zu dem Schlusse, dafs das gefärbte Wasser des Amazonenstroms bis auf eine Entfernung von 70 Meilen von seiner Mündung auf dem Meerwasser hinströmt.

e) Es ist klar, dafs das heftig bewegte Meerwasser einen

grofsen Theil des Detritus, der in den einmündenden Fl
sen mechanisch schwebend enthalten ist, hinwegführen wi
Nun giebt es zwei grofse Arten der Bewegung im Mee
die namentlich an den Küsten und in seichtem Was
empfunden werden, die eine wird durch die Fluth ver
sacht, die andere durch vorherrschende Winde — durch
Verdampfung eines mit dem Ocean zusammenhängenden B
nenmeeres, das dadurch mehr Wasser verliert, als ihm du
die einmündenden Flüsse zugeführt wird, wodurch ein B
strömen des Wassers aus dem Ocean in das Binnenmeer e
steht — oder endlich in einem entfernten Grade durch
Bewegung der Erde um ihre Axe. Einige der letzteren,
gewöhnlich Meeresströmungen genannt werden, haben imm
oder nahe dieselbe Richtung, während andere einen Th
des Jahres nach der einen und den anderen nach der ent
gengesetzten Richtung fliefsen. Die durch die Fluth erzeug
Bewegungen gehen gröfstentheils in Richtungen, die ein
der entgegengesetzt sind, so dafs dieselbe Wassermasse
nige Stunden nach der einen und einige Stunden nach
anderen Richtung bewegt wird; wobei natürlich lokale
sachen, sowohl in der Dauer, als in der Intensität der ent
gengesetzten Bewegungen, lokale Abweichungen herv
bringen.

f) Der Beobachter mufs seine Aufmerksamkeit auf
verschiedenen Lokalumstände richten, die Einflufs ha
können auf die Ablagerungen in einem, im Meere gebilde
Delta, namentlich auf die oben angeführten störenden Be
gungen, und ob die Küste der Einwirkung der Wellen a
gesetzt ist, wobei sorgfältig die Tiefe des Meeres, in w
ches das Delta vorgeschoben wird, bestimmt werden m
Ist die durch Fluth und Strömungen erzeugte Bewegung
ring, so wird er, unter übrigens gleichen Umständen,
den Rändern eines so gelegenen Delta's eine Neigung
mehr schlammigen Ablagerungen zu finden erwarten, als
wo Fluthen oder andere Bewegungen sehr stark sind. A
der Einflufs von Holz und kleinen Bäumen, welche ein F
herabschwemmt, mufs gehörig beachtet werden, indem
da, wo die Geschwindigkeit des Stromes es nicht zu l
dern vermag, sich festsetzen und ein Hindernifs darbie
an welchem sich der Detritus anhäuft. Das Aeufsere ei
Delta's erleidet auch da, wo die anhäufende Kraft der W
len thätig ist, grofse Veränderungen, wie dies weiter un
gezeigt werden wird.

g) Bei so vielen modificirenden Umständen würde es schwierig seyn, dem Beobachter eine direkte Auskunft zu geben über einen allgemeinen Charakter der Ablagerungen, welche aus dem in das Meer geführten Detritus gebildet werden. Sie werden natürlich in einer Gegend complicirter seyn, als in der anderen; geneigte Schichten können durch die Friktion der Flüsse gegen ihr Bette entstehen, das nothwendigerweise zu Veränderungen geneigt ist, während die mehr horizontalen Schichten das Resultat einer ruhigen Ablagerung des, mechanisch schwebend im Wasser enthaltenen Detritus sind. Das Vorkommen von Gerölle oder grobem Sand wird, nach Verhältnifs der Ausdehnung des Delta's, nothwendig selten seyn, weil die Geschwindigkeit des einmündenden Wassers sich dieser Ausdehnung gemäfs vermindert, sowohl durch die völlig oder nahe horizontale Lage des Flufsbettes, als auch durch die häufigen Hindernisse, welche sich dem Fortfliefsen des Flusses entgegenstellen und wodurch der Hauptstrom genöthigt wird, sich in zahlreiche kleinere Arme zu zertheilen.

h) Es ist häufig der Versuch gemacht worden, die Menge der festen Masse zu berechnen, die ein bestimmter Flufs entweder bis in das Meer oder in einen bestimmten Theil seines Laufes herabschwemmt. Untersuchen wir genau die Art und Weise, wie diese Versuche angestellt worden sind, so werden wir wenig Resultate finden, die man als annähernd an die Wahrheit betrachten kann. Wenn wir bedenken, dafs der Detritus auf zweierlei Weise den Flufs hinabgeführt wird, durch Fortschieben auf dem Boden und dadurch, dafs er mechanisch schwebend im Wasser enthalten ist, und Beides oft zugleich vorkommt, so ist es klar, dafs man durch Beobachtung der einen Art nicht den Betrag des Ganzen erhalten kann. Die relative Gröfse des ersteren Prozesses kann wohl nur dadurch geschätzt werden, dafs man beobachtet, wie viel Zeit erforderlich ist, um einen bestimmten Raum auszufüllen oder zu bedecken, wie z. B. die Anhäufung, welche nöthig ist, um einen Raum von gegebener Tiefe, Breite und Länge auszufüllen, oder ein Delta um eine bestimmte Strecke zu vergröfsern, wenn die Neigung des Delta's und die Tiefe des Wassers, in welches es vordringt, genau bekannt sind. Bei einem Delta könnte daher in dieser Beziehung viel geschehen, wenn alle dort aufgehäufte Masse allein das Resultat des Fortschiebens wäre; da indefs ein Theil solcher Anhäufungen auch durch Absatz aus getrüb-

tem, an verschiedenen Orten gehemmtem Wasser entstanden ist, so erhalten wir kein genügendes Resultat. Man mufs hierbei nicht vergessen, dafs der in dem oberen Theile eines Flufslaufes mechanisch schwebend erhaltene Detritus, in dem unteren Flufslaufe, wegen der verminderten Geschwindigkeit desselben, zu Boden fällt und dann durch die Friktion vorwärts bewegt wird, und dafs diese Kraft endlich, weil die Geschwindigkeit immer mehr abnimmt, aufhört zu wirken. Es folgt daher keinesweges, dafs der sämmtliche Detritus, welchen ein vom Meere entfernter Theil des Flusses mechanisch schwebend enthält, auch wirklich das Meer erreiche, selbst wenn kein See dazwischen liegt, der seinen Fortschritt hemmt.

Das gewöhnliche Verfahren, um die Quantität der in einem trüben Flusse mechanisch schwebend enthaltenen erdigen Massen zu schätzen, bestand darin, dafs man die Gestalt des Flufsbettes an dem verlangten Orte und die Geschwindigkeit bestimmte, wodurch man die Menge des Wassers zu erhalten glaubte, welche an dieser Stelle in einer gegebenen Zeit vorüberfliefst. Man nahm dann ein bestimmtes Mafs Wasser, z. B. einen Kubikfufs, und bestimmte die Quantität des darin enthaltenen Niederschlages. Diese Bestimmung geschah zuweilen an einer, zwei oder selbst drei verschiedenen Stellen des Flusses, am häufigsten jedoch nur an einer, ziemlich in der Mitte gelegenen. Einmal aber sind die Gesetze der Reibung, wodurch ein Flufs in seinem Laufe verzögert wird, nicht genau bekannt, und ohne diese kann die Wassermasse, welche ein Flufs abwärts führt, nicht genau bestimmt werden; und dann wissen wir auch nicht, von welcher Stelle des Flusses wir das Wasser entnehmen müssen, um einen, der Wahrheit nur einigermafsen genäherten Mittelwerth des von dem Flusse fortgeschwemmten Detritus zu erhalten *). Es werden sich daher einem Beobachter bei der Bestimmung der Menge des Detritus, welche von einem Flusse dem Meere zugeführt wird, oder die in einem Theile seines Laufes enthalten ist, grofse Schwierigkeiten darbieten. Dies darf ihn jedoch nicht abhalten, Alles in Beziehung auf diesen Gegenstand zu thun, was bei dem jetzigen Stande der Kenntnisse möglich ist, denn bei gehöriger Beachtung der

*) Ueber diesen Gegenstand vergleiche man: *H. T. De la Beche*, Researches in Theoretical Geology. pag. 68.

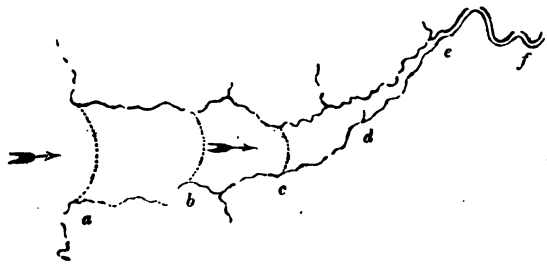
verschiedenen Vorsichtsmafsregeln werden seine Beobachtungen nicht vergebens seyn.

i) Der modificirende Einfluſs der Fluth muſs an solchen Stellen sorgfältig beachtet werden, wo sie das Delta auf verschiedenen Strecken überströmt, wie dies z. B. am Ganges der Fall ist. Die Eigenschaft der Manglebäume (*Rhizophora Mangle Linn.*), an ähnlichen Stellen die Anhäufung von Detritus zu befördern, sollte nicht übersehen werden, da dies oft sehr bedeutend ist.

k) Es wird kaum nöthig seyn, den Beobachter daran zu erinnern, daſs nicht alle Flüsse bei ihrem Einmünden in das Meer Delta's bilden, und daſs im Gegentheil einige Flüsse groſse weite Mündungen haben, in welche die Fluth ungehindert eintritt. Lokale Umstände bringen nothwendig eine groſse Mannichfaltigkeit der Wirkungen hervor zwischen denjenigen, die man in der weiten Mündung des St. Lorenzostromes und denjenigen, die man an den Delta's des Indus und Ganges bemerkt. Der Beobachter wird finden, daſs die Zahl der Flüsse mit weiten Mündungen weit geringer ist an Küsten solcher Meere, die wenig oder gar keine Fluth haben, oder an den Ufern groſser Landseen, als an den Gestaden des Oceans, und daſs, unter übrigens gleichen Umständen, da, wo sich weite Mündungen befinden, auch die Fluthen hoch sind. Die Menge des durch Reibung fortbewegten Detritus muſs groſsen Einfluſs haben auf die deltabildende Eigenschaft des Flusses. Die Quantität der bis in das Meer geführten Detritusmasse muſs von der Beschaffenheit des Landes abhängen, welches die Flüsse durchströmen; aber diejenigen Flüsse, welche den schwersten und gröbsten Detritus fortbewegen können, werden am schnellsten die Bildung eines Delta's vollenden.

l) Wenn die Mündung eines Flusses der vollen Gewalt der Fluthwelle ausgesetzt ist und die Kraft des Flusses und die Masse des herabgeschwemmten Detritus nicht beträchtlich sind, so trägt dies viel dazu bei, eine Mündung offen zu erhalten. Wenn Fig. 48. eine der Fluth ausgesetzte

Fig. 48.



offene Mündungsbucht (*estuary*) darstellt, dann wird die Fluthwelle bei *a*, wo sie den Anfang der Mündungsbucht trifft, höher seyn, als auf dem offenen Meere; bei *b* wird die Höhe noch bedeutender und die Geschwindigkeit gröfser seyn, als bei *a*, weil völlig, oder nahe dieselbe Quantität Wasser in einen engeren Kanal hineingetrieben wird. So nimmt die Vermehrung an Höhe und Geschwindigkeit zu, bis, durch den Eintritt der Ebbe an der Mündungsbucht, der Druck der Wassermasse vom Meere her aufhört und Höhe und Geschwindigkeit, aus Mangel an Unterstützung, immer geringer werden, so dafs die Reibung gegen die Seiten und den Boden des Flufsbettes, welche das Wasser immer um ein Gewisses aufhält, die Erhebung des Flufsbettes selbst und das aufgestaute Flufswasser kräftig entgegenwirken und die Fluthwelle nicht weiter vordringt. Wir können z. B. annehmen, dafs die Fluthwelle in der Mündung Fig. 48. von *a* bis *d* an Höhe zunehme — *b* und *c* sind dazwischen liegende Stufen — und von *d* über *e* bis *f* abnehme, wo sie endlich ganz aufgehalten wird.

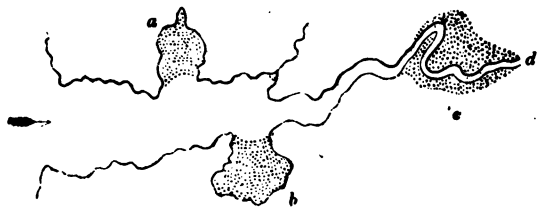
Der Beobachter wird einsehen, dafs die fortschaffende Kraft einer solchen Wassermasse an verschiedenen Orten sehr verschieden seyn mufs. Das trübe Wasser des Flusses, dessen Mündung die Bucht ist, wird nothwendig mit der Masse des Fluthwassers vermischt, und jenachdem Ebbe oder Fluth ist, bald vorwärts und bald rückwärts bewegt. So lange die Aufregung des Wassers in der Mündungsbucht hinreichend ist, den feinen Detritus mechanisch schwebend zu erhalten, kann er nicht zu Boden fallen, ausgenommen an solchen Stellen, wo die Aufregung weniger stark ist. Er kann indefs nur da ruhig liegen bleiben, wo die Küste nicht der störenden Einwirkung der Brandung ausgesetzt ist.

Wenn daher die Masse des jährlich aufgehäuften Schlammes nicht gröfser ist, als die, welche jährlich von der Brandung hinweggeführt wird, so wird keine bleibende Zunahme des Landes stattfinden. Es wird daher, ungeachtet der gewöhnlichen schlammigen Beschaffenheit der Küsten solcher Mündungsbuchten, nur dann eine Vermehrung stattfinden, wenn die oben angeführten Umstände eintreten, oder wenn die Brandung an niedrigen Küsten Sandbänke aufwirft und dadurch das dahinter liegende Land vor ihren Verwüstungen schützt, so dafs dieser Landstrich durch Ablagerungen ausgefüllt wird, wenn, wie dies häufig geschieht, kleine Kanäle bis zu der Höhe des Wassers in der Mündungsbucht offen sind.

m) Die Kraft des Flusses, den Detritus fortzuschaffen, wird nothwendig durch die Gewalt der Fluth gehemmt, die zuweilen sogar durch Friktion den Detritus wieder rückwärts treibt. Da die Gewalt der Fluthen, und eben so die des Flusses, nach seinem Wasserstande verschieden ist, so wird es einen Ort geben, wo das Gerölle oder der Sand angehäuft wird. Diese Anhäufungen sind unter dem Namen Barren bekannt. Ihre Lage hängt von sehr vielen Lokalumständen ab, die ein Beobachter in Erwägung ziehen mufs, wenn er eine Mündungsbucht oder einen Flufs untersucht.

Es wird indefs, unter allen Umständen, viel Detritusmasse mit dem Wasser in der Bucht vermischt werden. Obgleich nun die Stärke der Fluth an solchen Orten hinreichend ist, um soviel Detritus mechanisch schwebend zu erhalten, dafs das Fluthwasser bedeutend getrübt wird, so ist leicht einzusehen, dafs, wenn nicht irgendwo eine Ablagerung stattfände, dieses Wasser bald so viel feinen Detritus enthalten müfste, dafs es zu einem blofsen Schlamme würde. Der Beobachter wird finden, dafs die Spitzen der Mündungsbuchten, so wie die geschützten Stellen in denselben, das Bestreben zeigen, sich auszufüllen, dafs aber, im Allgemeinen, die Ablagerungen an den Spitzen mehr aus Gerölle und Sand bestehen, als an den blos geschützten Stellen, wenn dieselben Massen nicht durch einen Nebenflufs dahin geführt werden. Um dies zu erläutern, wollen wir annehmen, dafs Fig. 49. eine Mündungs-

Fig. 49.



bucht vorstelle, dann wird man im Allgemeinen finden, dafs die Ablagerung an dem oberen Ende, *c*, und namentlich in den untersten Theilen, mehr aus Gerölle oder Sand besteht, als an den blos geschützten Stellen *a* und *b*. Der Grund hiervon ist, dafs der von dem Flusse *d* fortgeschaffte Detritus bei *c* zurückgehalten worden ist, während an den geschützten Stellen, *a* und *b*, der Absatz aus dem trüben Wasser erfolgte, das in seinen Bewegungen aufgehalten und, nach den Umständen, mehr oder weniger stillstehend geworden ist.

Ungeachtet der Ablagerungen an den geschützten Stellen zur Seite der Mündungsbucht und an deren oberen Ende, mufs doch, vorausgesetzt, dafs eine lange Zeit hindurch eine grofse Quantität Detritus herabgeschwemmt wird, endlich eine Zeit kommen, wo die geschützten Stellen ausgefüllt sind und nur an dem oberen Ende eine Vermehrung der Ablagerung stattfindet. Die Quantität des feinen Detritus, welche zur Ausfüllung der geschützten Stellen erforderlich war, wird, auch angenommen, dafs die Vermehrung an dem oberen Ende um eine constante Gröfse zunimmt, irgendwo bleiben, und würde das Wasser der Mündungsbucht allmälig trüber machen, wenn sie nicht niedergeschlagen würde. Die Ablagerung des Detritus kann nun entweder in dem Mündungsbette selbst stattfinden, oder er wird in das Meer hinausgeführt, um sich daselbst zu verbreiten. Der erstere Fall setzt voraus, dafs die Geschwindigkeit der Fluth nicht hinreichend ist, den schon abgelagerten Detritus wieder aufzuwühlen, oder seine Ablagerung überhaupt zu verhindern; der letztere Fall, dafs er in das Meer hinaus entweichen kann.

Einige Mündungsbuchten, wie z. B. diejenige, welche aus dem Bristolkanal und seiner Fortsetzung, der Severn, besteht, sind so lang, dafs das Wasser an der Mündung niemals, weder bei der Fluth, noch bei der Ebbe, an der Oberfläche (wenn man sich des Ausdrucks bedienen darf) trübe

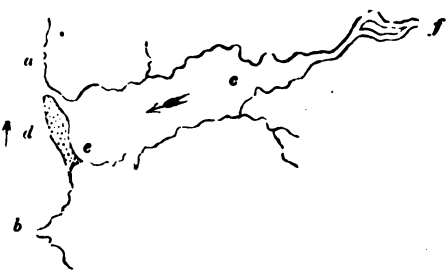
ist, weil das sämmtliche trübe Wasser in den mehr landeinwärts gelegenen Theilen durch Fluth und Ebbe hin und her getrieben wird. Damit das trübe Wasser unter diesen Umständen meerwärts entweichen kann, mufs es nothwendig eine Bewegung nach dieser Richtung hin haben. Die blofse Bewegung des Wassers in einer langen Mündungsbucht könnte jedoch dies nicht bewirken, wenn nicht die Gränzlinie des trüben Wassers, bei dem tiefsten Stande der Ebbe, völlig aufserhalb der Bucht käme, da wahrscheinlich, wegen der allgemeinen Bewegung der Fluth an offenen Meeresküsten, ein Theil des trüben Wassers nicht wieder in die Bucht würde hineingedrängt werden, wie es bei kurzen Mündungsbuchten oder bei solchen, wo die Gränzlinie des trüben Wassers bei der Ebbe sich immer bis in das Meer erstreckt, beobachtet werden kann.

Wir müssen jedoch hierbei beachten, dafs bei der Ebbe in einer Mündungsbucht zu dem Wasser derselben noch das, von der Fluth zurückgehaltene Wasser der Flüsse hinzukommt. Von dem relativen Gewicht oder der specifischen Schwere des aufgestauten Flufswassers würde es abhängen, ob letzteres auf dem in die Bucht eingedrungenen Meerwasser hinschwimmt oder in dasselbe eindringt. Ersteres selbst, oder wenigstens diejenigen Theile, welche von der Fluth und Ebbe hin und her bewegt werden, nehmen einen Salzgeschmack an, gewinnen aber wieder an Süfsigkeit, wenn sie sich den Flüssen nähern und mit ihnen in Berührung kommen. Es ist dies also ein sehr complicirter Prozefs, und die Untersuchung endigt mit der Eigenschaft des Detritus, unterhalb des klaren Wassers in das Meer zu entweichen, entweder durch Reibung des überschüssig angehäuften Wassers gegen den Boden, indem es nach dem Meere zurückfliefst, so dafs der allgemeine Stand des Meeres derselbe bleibt, oder dadurch, dafs das nämliche Wasser durch die Menge des mechanisch in ihm schwebenden Detritus schwerer gemacht, am Boden bleibt und sich dem Auge entzieht. Der Beobachter kann allerdings im Grofsen und Ganzen bestimmen, in wie weit dies der Fall ist, indem er aus verschiedenen Tiefen in verschiedenen Theilen einer langen Mündungsbucht und zu verschiedenen Zeiten der Fluth und Ebbe Wasser schöpft, und die specifische Schwere und die Menge des Detritus, welche es enthält, untersucht.

a) Der Raum gestattet es nicht, alle die mannichfachen Modifikationen, welche eine Mündungsbucht erleiden kann,

aufzuzählen. Es wird genügen, diejenigen Fälle anzuführen, in welchen, bei dem Zusammentreffen des Wassers der Bucht mit dem offenen Meere, die Kraft der Fluth nicht grofs genug ist, um da eine Ablagerung des Detritus zu verhindern, wo die Ebbe der Mündungsbucht, bei ihrem Eintritt in das Meer, aufgehalten wird, dessen Fluthbewegung nicht in der Richtung der Bucht liegt, sondern häufig rechtwinklich auf dieselbe trifft. Findet eine solche Ablagerung statt, so wird die Anhäufung vor der Bucht, die man gewöhnlich eine Barre nennt, durch die anhäufende Kraft der gegen die Küste anschlagenden Brandung sehr begünstigt und modificirt. Es stelle z. B. Fig. 50. eine Meeresküste *a b* dar, von der sich eine Mün-

Fig. 50.



dungsbucht *c* fast unter einem rechten Winkel in das Land hinein erstreckt und in den Flufs *f* endigt, der, namentlich bei hohem Wasserstande, eine beträchtliche Menge Detritus in dieselbe hineinschwemmt. Nehmen wir ferner an, dafs die Ebbe in der Bucht wie gewöhnlich eingetreten sey, nachdem die Ebbe längs der Meeresküste *a b* schon eine bedeutende Stärke erlangt hat, und dafs letztere in der Richtung des Pfeiles *d* läuft; dann wird das trübe Wasser der Mündung, welches, in der Richtung des Pfeiles in der Bucht, abfliefst, die allgemeine Bewegung des Meeres an der Küste fast unter einem rechten Winkel treffen und da, wo es die Küste erreicht, natürlich aufgehalten werden, wodurch bei *e* allmälig eine Ablagerung entsteht, die durch die aufhäufende Kraft der Wellen, welche die Küste *a b* treffen, sehr unterstützt und modificirt wird, wie dies an dem gehörigen Orte angeführt werden soll. Es giebt wenig Flüsse, die, aus dieser Ursache, nicht Barren vor ihren Mündungen haben, die indefs, nach den Lokalumständen, sehr modificirt werden, worauf der Beobachter seine Aufmerksamkeit zu richten hat.

Bei einigen Flüssen ist die Barre so beträchtlich, dafs sie die Einfahrt in dieselben sehr behindert, und zuweilen die Flüsse ganz versperrt, die sonst grofse commercielle Wichtigkeit haben würden. In dem oben angenommenen Falle ist die Mündungsbucht nothwendig kurz, oder es entweicht bei jeder Ebbe ein grofser Theil des trüben Wassers in das Meer. Der Beobachter mufs untersuchen, welche Art von Ablagerungen sich dadurch in der Mündungsbucht bildet, dafs das Wasser von der Barre zurückgehalten wird, eben so mufs er den Boden des Meeres unmittelbar aufserhalb oder innerhalb der Barre untersuchen, den er gewöhnlich in der Richtung der Ebbe längs der Küste sehr thonig und schlammig finden wird, weil das trübe Wasser dort den gröfsten Theil des in ihm enthaltenen Detritus fallen läfst.

o) Da der Beobachter nicht direkt sehen kann, wie der Detritus sich auf dem Boden des Meeres absetzt; so kann er sich nur dadurch eine annähernde Kenntnifs hiervon erwerben, dafs er seine Aufmerksamkeit auf diejenigen Umstände richtet, die auf Erzeugnisse dieser Art von Einflufs seyn müssen. Durch die Wirkung geologischer Ursachen werden Lager von Thon, Sand und dergleichen, die unter dem Meere gebildet worden sind, zu Tage gebracht, wie sich aus der Menge der darin enthaltenen Ueberreste von Meeresgeschöpfen ergiebt, selbst von solchen, wie sie noch jetzt in dem Meere vorkommen, und über die folglich kein Zweifel obwalten kann. Dies bietet dem Beobachter Gelegenheit dar, die erzeugten Wirkungen zu studiren; doch kann er natürlich daraus weder die nöthigen Data entnehmen für die Beurtheilung der Ausdehnung, bis zu welcher bestimmte Ablagerungen im Meere stattfinden können, noch die Art und Weise, wie dieselben angehäuft werden, oder die untergeordneten Ursachen, welche darauf Einflufs haben. Vor Allem wird er jedoch dadurch nicht erfahren, in wie weit die täglich auf die Oberfläche der Erde einwirkenden Kräfte die Entstehung der an verschiedenen Theilen der Erde vorkommenden Detritusmassen von verschiedenem geologischen Alter zu erklären vermögen.

p) Durch das gewöhnliche Sondiren mit dem Senkblei erhalten wir die direkte Ueberzeugung, dafs der Boden des Meeres aus Schlamm, Sand, Gerölle, ganzen und zerbrochenen Muscheln, Bruchstücken von Korallen u. s. w. besteht. Da wir nun aus geologischen Thatsachen wissen, dafs die relative Lage von trockenem Lande und Meer nicht immer die-

selbe war, sondern dafs im Gegentheil ein grofser Theil des gegenwärtig trocknen Landes einst den Boden des Meeres bildete, indem das trockene Land oft mufs von dem Meere bedeckt gewesen seyn, und dieses Ereignifs sich öfter an derselben Stelle der Erdoberfläche wiederholte, so können wir nicht mit Bestimmtheit wissen, ob der Sand, Schlamm und das Gerölle, welche wir an einer bestimmten Stelle auf dem jetzigen Meeresboden finden, daselbst während der jetzigen relativen Lage von Land und Meer von dem letzteren abgesetzt worden sey. Es ist möglich, dafs der Schlamm und ähnliche Ablagerungen, die wir in einem Meere finden, das einen bestimmten Landstrich begränzt, durch diejenigen Bewegungen dorthin geführt worden sind, die wir jetzt an derselben Stelle wahrnehmen; um indefs versichert zu seyn, dafs wir uns nicht täuschen, müssen wir zuvor alle Umstände dieser Meeresbewegungen sorgfältig in Erwägung ziehen und dann sehen, in wie fern der beobachtete Schlamm, Sand oder das Gerölle durch diese Bewegungen an den Ort ihres jetzigen Vorkommens geführt werden konnten. Solche Beobachtungen erfordern natürlich grofse Vorsicht; aber ihre geologische Wichtigkeit ist so grofs, dafs diejenigen, welche Gelegenheit haben, sie anzustellen, wie es namentlich oft bei Seeleuten der Fall ist, dies niemals unterlassen sollten. Dem Mangel hinreichender Data über diesen Gegenstand ist es zuzuschreiben, dafs wir so oft in geologischen Schriften solche nachlässige Verallgemeinerungen finden, die, wenn man sie näher untersucht, sich nur auf den guten Willen und das Belieben ihrer Verfasser gründen.

q) Aus verschiedenen früher angegebenen Ursachen gelangt der von dem trockenen Lande herstammende Detritus in das Meer. Er wird natürlich durch die Bewegungen, welche von der Fluth und den Strömungen erzeugt werden, über eine gröfsere Strecke verbreitet, als es der Fall seyn würde, wenn das Meer vollkommen still stände. Die Fluthwelle ist nur eine grofse Undulation, die eine, wenig wahrnehmbare, horizontale Bewegung veranlafst, nur an Küsten und in seichtem Wasser bewegt sie dasselbe Wasser auf eine Strecke von drei bis vier Meilen vor- und rückwärts. Lokale Ursachen können diese Entfernung vermehren oder vermindern. Meeresströmungen wirken in gröfserer Ausdehnung und durchziehen den Ocean in verschiedenen Richtungen, obgleich man wohl annehmen kann, dafs eine gröfsere Wassermasse von Osten nach Westen in der Aequa-

torialregion bewegt wird, als nach jeder anderen Richtung in jedem anderen Theile der Erde. Die Tiefe, bis zu welcher sich solche Strömungen erstrecken, deren Geschwindigkeit an der Oberfläche man kennt, ist noch nicht bestimmt. Nehmen wir jedoch solche Ursachen für ihre Entstehung an, die auf die Oberfläche wirken, wie z. B. vorherrschende Winde, das Einströmen des oceanischen Wassers in ein Binnenmeer, um den durch Verdunstung erlittenen Verlust zu ersetzen u. s. w., so läfst sich nicht vermuthen, dafs sie sehr tief seyn werden. Dieser Gegenstand erfordert die gröfste Aufmerksamkeit des Beobachters. Der einzige direkte Versuch, den wir kennen, ist der vom Capitain *Becher*, der in Lat. 15° 27′ 9″ N. und in Long. 19° 52′ 5″ W. Paris, eine Strömung fand, die 0,75 Engl. Meilen (3786 Fufs Preufs.) in der Stunde durchlief und in vierzig Faden (zu 6 Fufs Engl. oder 5,8 Fufs Preufs. *)) Tiefe dieselbe Geschwindigkeit hatte wie an der Oberfläche.

r) Wenn ein Beobachter bestimmen will, nach welcher Richtung und wie weit der von einer besonderen Küste herstammende Detritus durch Bewegungen im Meere fortgeführt wird, so mufs er zuerst sorgfältig auf die Menge und die Art des in das Meer geführten Detritus seine Aufmerksamkeit richten und dann untersuchen, wie weit und nach welcher Richtung die Fluthbewegungen ihn fortzuschaffen vermögen, indem er jede mögliche Bewegung, die stark genug ist, um den Sand und Schlamm auf dem Boden fortzubewegen, in Erwägung zieht. Mit einem Worte, er mufs sich zu überzeugen suchen, ob der Fortschaffungsprozefs, welcher durch die Reibung des bewegten Wassers gegen den Boden bewirkt wird und die einfache Fortbewegung desjenigen Detritus, der mechanisch schwebend im Meerwasser enthalten ist, zugleich in dem Fluthstrom stattfindet, weil, wenn dies der Fall ist, die dadurch entstehende Ablagerung weit complicirter seyn wird, als wenn nur der eine Prozefs allein wirksam ist. Wäre ein Fluthenstrom hinreichend stark, so

---

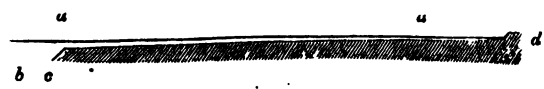
*) Ueber das Verhältnifs des Englischen Maafses zum Preufsischen sehe man: *Eytelwein*, Vergleichung der neuesten Englischen Maafse und Gewichte mit den Preufsischen. Abhandl. der Acad. zu Berlin. 1827. Mathemat. Klasse. pg. 1.

v. Oeynhausen und *v. Dechen* über Schienenwege in England, in *Karsten*'s Archiv für Bergbau und Hüttenwesen. Band 19. Heft 1. pg. 8. A. d. U.

würde er den vor ihm liegenden Detritus vorwärtsbeweg
wenn keine wahrnehmbare Menge in seinem Wasser v
breitet ist; während dagegen aus langsam bewegtem Wass
welches mehr oder weniger Detritus enthält, aber d
Schlamm und Sand auf dem Boden nicht fortzubewegen v
mag, eine Ablagerung erfolgt. Wir kennen, eben so wer
wie bei den Flüssen, genau die Gesetze für die Reibung d
bewegten Meerwassers gegen den Boden, über den es hi
strömt, und sind daher nicht im Stande, den Werth dies
Reibung zu berechnen, wenn auch die Tiefe des Wasse
und seine Geschwindigkeit an der Oberfläche bekannt sin
Direkte Versuche zur Aufklärung dieses Gegenstandes si
daher ganz besonders wünschenswerth. Der Beobacht
mufs sich jedoch stets daran erinnern, dafs bei dem Mee
wasser, weil es schwerer ist als süfses Wasser, nothwe
dig die durch die Friktion bewirkte Verzögerung, und al
auch die Friktion selbst, eine andere seyn mufs, wenn au
alle übrigen Umstände gleich sind.

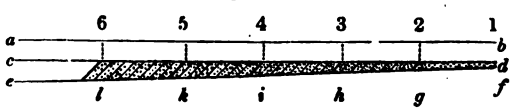
s) Thatsachen, die mit den sogenannten Lothtiefen (*sou
dings*) in Verbindung stehen, oder die Tiefen, die man m
einer Leine von hundert bis hundert und funfzig Faden Län
erreicht, scheinen darauf hinzudeuten, dafs die Fluthbewegu
an den Küsten eine fortbewegende Kraft besitzt, die wahrschei
lich mit der Wirkung der Wellen verbunden ist, die gewiss
mafsen den feineren Niederschlag in geringeren Tiefen v
Boden aufrühren und auf diese Weise eine gröfsere Men
Detritus in die Gewalt der Fluthbewegungen bringen. Zuw
len mögen auch Strömungen, die aus anderen Ursachen e
stehen, bei Hervorbringung der sogleich näher zu beschr
benden Wirkungen thätig seyn. Man findet meistenthei
dafs der dem Meere zugekehrte Rand derjenigen Streck
des Seegrundes, die unter dem Namen Lothtiefen bekan
sind, plötzlich abfällt, d. h. nachdem sie sich sehr allmä
bis zu den oben angeführten Tiefen gesenkt haben, stürz
sie unter einem weit beträchtlicheren Winkel meerwärts.
stelle z. B. in dem, sehr vergröfserten Durchschnitt Fig.

Fig. 51.



die Linie *a a* die Oberfläche des Meeres dar und die darunter befindliche, geneigte Linie, die von der Küste *d* bis zu dem tiefen Meere *b* sich erstreckenden Lothtiefen. Dann wird man im Allgemeinen finden, dafs die Lothtiefen, nachdem sie allmälig tiefer geworden sind, plötzlich bei *c*, wo wir eine Tiefe von etwa hundert Faden annehmen, in tiefes Wasser abstürzen. In diesen Fällen, wie sie an dem Rande der Lothtiefen vorkommen, welche Norwegen mit Frankreich verbinden und die Britischen Inseln umgeben, wo die Tiefe von zweihundert Faden nur wenig von der von hundert Faden entfernt ist *), erinnert uns Vieles an die Anordnung des Detritus in den Delta's, wenn man einen Längendurchschnitt derselben macht. Die Annahme, dafs die Fluthbewegungen diese Form in beträchtlicher Entfernung von dem Lande erzeugt haben könnten, mag anfangs bei dem oben angeführten, relativ geringen Hinundherbewegen unglaublich scheinen. Diese Schwierigkeit ist indefs mehr scheinbar, als wirklich. Es stelle z. B. *a b* in Fig. 52. einen Theil der

Fig. 52.



Meeresfläche dar, die der Fluthbewegung ausgesetzt ist, so dafs bei der Ebbe der Punkt 1 sich nach dem Punkte 2, 2 nach 3, 3 nach 4 und so fort, rückwärts, und umgekehrt bei der Fluth vorwärts bewegt, wodurch in der That ein Rück- und Vorwärtsbewegen des Ganzen um die Entfernung von 1 bis 2, 2 bis 3 u. s. w. stattfindet. Die hierbei vorkommenden modificirenden Umstände wollen wir, der gröfseren Einfachheit halber, hier unberücksichtigt lassen. Die Linie *c d* stelle ferner die Tiefe dar, bis zu welcher die Fluthbewegung noch die Kräfte hat, bestimmte Arten von Sand, Schlamm oder dergleichen hin und her zu bewegen, und *e f* bezeichne einen Grund von festem Gestein, der sich vom Lande aus in die Tiefen des Oceans hinabsenkt. Wenn wir nun anneh-

*) Siehe die Charte und Bemerkungen in: *De la Beche*, Researches in theoretical Geology. pg. 190. (Die Charte zeigt denjenigen Theil des Meeres, der, durch Erhebung der Britischen Inseln und des benachbarten Meeresbodens um hundert Faden, trockenes Land werden würde. A. d. U.)

men, dafs der Detritus von *f* bis *g* abgesetzt und bis zu einer gewissen Ausdehnung geebnet ist, so wird eine gewisse Quantität durch die Hinundherbewegung des zwischen 1 und 2 befindlichen Wassers bei *g* in den Raum 2, 3, hinübergeführt werden, der seinerseits ihn wieder auf ähnliche Weise nach dem Raum 3, 4, hinbewegt u. s. w. Die über dem steilen Abhang *g* hinüber geschwemmte Detritusmasse kann von dem Wasser nicht wieder nach *f* zurückgebracht werden; denn sie liegt nicht nur unter der Linie der fortschiebenden Kraft, *c d*, sondern es würde auch eine ziemliche Kraft erfordern, um sie den steilen Abhang *g* wieder hinaufzuschaffen, eine Kraft, die unter den aufgezählten Umständen nicht existiren kann. Wenn daher Detritusmasse, die durch die Fluthbewegung in der Tiefe *c d* fortbewegt werden kann, sich beständig an der Seite *d f* (an der Landseite) anhäuft, so werden dieselben Kräfte fortfahren, den oberen Theil in einer gewissen Ausdehnung zu ebenen, und dem, meerwärts gerichteten, steilen Abhange eine Menge geneigter Lagen hinzuzufügen, der dadurch in der Richtung *h, i, k, l* vorrückt, und zwar um so langsamer, je gröfser die Tiefe des Wassers wird.

Diese Erläuterung soll den Beobachter nur auf den Umstand aufmerksam machen, dafs die Bewegungen eines Fluthstromes, mit der Annäherung an das Land, in dem Verhältnisse zunehmen, wie der Widerstand wächst, den die Fluthwelle erleidet, und dafs die Entfernungen 1, 2, 3, 4, 5, 6 nicht gleich sind, sondern meerwärts, oder von 1 bis 6, abnehmen; dafs ferner die Linie der Lothtiefen nicht horizontal, sondern unter einem sehr kleinen Winkel geneigt ist, und dafs die Anhäufung von Muschel- und Korallenbruchstücken und Fischresten auf dem feinen Detritus die ganze Ablagerung sehr modificiren und sie vor jener Bewegung, die sie sonst regelmäfsig beunruhigen würde, schützen kann. Noch mehrere andere modificirende Umstände werden sich dem Beobachter darbieten, wenn er seine Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand richtet, der vorzugsweise deshalb angeführt worden ist, um zu sehen, in wiefern eine Reihe von ziemlich stark geneigten Schichten von Sand oder Schlamm, wie sie Fig. 53. darstellt, auf diese Weise gebildet seyn kann

Fig. 53.

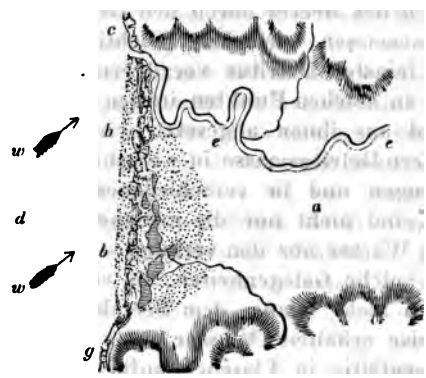
und in wiefern daher die Anhäufung von Lothtiefen, vorausgesetzt, dafs sie noch jetzt im Fortschreiten begriffen ist, Auskunft zu geben vermag über Sandstein- und Schieferschichten, die auf ähnliche Weise vorkommen, so dafs, wenn wir annehmen sie seyen horizontal über einander auf dem Meeresgrunde abgelagert worden, wir dann auch anzunehmen genöthigt sind, dafs das Meer eine weit gröfsere Tiefe gehabt habe, als wahrscheinlich jetzt in irgend einem Theile des Meeres existirt oder jemals vorhanden gewesen ist.

t) Ablagerungen aus Meeresströmungen, in welchen Detritusmasse verbreitet ist, werden nothwendig ausgedehnter seyn, als aus Fluthströmen, die eine gleiche Menge Detritus enthalten, weil erstere sich über eine gröfsere Fläche erstrecken. Wir könnten einige Vermuthungen wagen über die Entfernung, bis zu welcher Schlamm oder Gerölle auf solche Weise geführt werden können, wenn Versuche angestellt wären über die Zeit, welche erforderlich ist, damit sich fein vertheilter Detritus verschiedener Art aus dem Meerwasser etwa einen Fufs hoch auf dem Boden absetze, und wenn die Tiefe, bis zu welcher eine gegebene Strömung mit bestimmter Geschwindigkeit sich erstreckt, uns bekannt wäre. Leider fehlen uns aber bis jetzt noch alle diese wichtigen Data. Es ist vielleicht nicht ohne Interesse, bei dieser Gelegenheit in Erwägung zu ziehen, in wie fern die, in den unteren Theilen des Meeres durch den Druck der darüberliegenden Wassermassen vermehrte Dichtigkeit des Wassers den Fall des feinsten Detritus verzögern würde, vorausgesetzt, dafs er an solchen Punkten in den Meeresströmen enthalten ist und aus ihnen abgesetzt wird. Um zu bestimmen, in wie fern Detritusmasse in verschiedenen Theilen der Meeresströmungen und in verschiedenen Tiefen derselben enthalten ist, sind nicht nur die geeigneten Instrumente erforderlich, um Wasser aus den verlangten Tiefen zu schöpfen, sondern auch solche Gelegenheiten, die sich fast ausschliefslich, und eben nicht häufig, dem Seefahrer darbieten. Das auf diese Weise erhaltene Wasser mufs man in hinreichender Menge sorgfältig in Flaschen aufbewahren, um die geringe Menge des darin enthaltenen Detritus zu bestimmen.

VII. Anhäufung des Detritus an Küsten durch die Brandung.

a) An denjenigen Theilen der Küsten, die mit einem Meere, das keine Ebbe und Fluth hat, in nahe gleichem Niveau liegen, oder sich nur wenig, wenn überhaupt, über das Hochwasser der mit Ebbe und Fluth versehenen Meere erheben, wird der Beobachter finden, dafs sich daselbst eine Neigung zeigt, Geschiebe und Sand an die Küste zu treiben, wodurch vor den so gelegenen niedrigen Landstrichen lange Reihen von Geschiebebänken oder Sanddünen gebildet werden. Diese Bänke oder Sanddünen schützen nicht nur das Flachland gegen die Angriffe des Meeres, sondern modificiren auch häufig das Land selbst, indem sie entweder den Abfluſs der kleineren Flüsse des Landes verhindern, wodurch dasselbe schnell versumpft, oder sie werden, wenn sie aus Sand bestehen, die Ursache, dafs dieser Sand durch den Wind über die benachbarten Gegenden verbreitet wird. Grofse Massen desselben rücken langsam, aber in einem bestimmten Verhältnisse vor, wie man dies deutlich an den Dünenreihen wahrnimmt, die sich von der Mündung der Garonne bis in die Gegend von Bayonne erstrecken. Es sey z. B. *a* in Fig. 54. eine Strecke niedrigen Landes, das meerwärts durch

Fig. 54.



eine Geschiebe- oder Sandbank, *b b*, begränzt, und dadurch vor den Verwüstungen des Meeres, *d*, geschützt wird, *e e* sey ein Fluſs, der sich zwischen der Klippe *c* und der Bank *b* in das Meer ergiefst, während ein kleinerer Fluſs *f*

die Bank *b* nicht zu durchbrechen vermag und daher sich in Teichen und Sümpfen hinter derselben verliert, zum Theil durch die Bank hindurchsickert und zum Theil den Boden, nach dem Flusse *e e* hin, sumpfig macht.

Der Beobachter mufs nun an einem solchen Orte, dem wir, der leichteren Uebersicht wegen, nur eine beschränkte Ausdehnung gegeben haben, die Art und Weise der Bildung der Bank selbst zu erforschen suchen. Da die Bänke in der Richtung des herrschenden Windes vorrücken, so mufs er, wenn er eine Geschiebebank vor sich hat, die Art der Geschiebe bestimmen. Findet er, dafs sie deutlich abgerundete Gesteinsbruchstücke sind, die von der Klippe *g* und von anderen, in derselben Richtung liegenden herstammen, so wird er schliefsen, dafs sie von dort durch einen, schräg gegen die Küste gerichteten Wellenschlag, der durch die vorherrschenden, in ähnlicher Richtung wehenden Winde entsteht, herbeigeführt werden. Wenn diese Winde in Fig. 54. die Küste in der Richtung der Pfeile *w*, *w* treffen, so wird das Antreiben der Geschiebe gegen die Klippe *c* hin stattfinden und nur durch die Gewalt des Flusses *e e* von ihr abgehalten werden, vorausgesetzt, dafs dieselbe stark genug ist, um die sich anhäufenden Geschiebe in das Meer hinauszutreiben. Unter diesen Verhältnissen mufs offenbar die Fläche *a* nicht nur während der Bildung der Bank, *b b*, Veränderungen erlitten haben, sondern noch fortwährend erleiden. Da alle Flächen von dieser Beschaffenheit nach den Lokalbedingungen variiren, so mufs der Beobachter seine Aufmerksamkeit auf diese Bedingungen richten und sorgfältig zu bestimmen suchen, welche den meisten Einflufs auf die gegenwärtige Beschaffenheit der untersuchten Fläche ausgeübt hat.

Die Wichtigkeit dieser Beobachtungen in geologischer Hinsicht besteht darin, dafs man sieht, in wie fern sie die Abwechselungen von Meer- und Süfswasserablagerungen in den Gesteinen über der Kreide, oder den tertiären Gesteinen, zu erklären vermögen. Der Beobachter mufs Durchschnitte eines solchen Flachlandes zu erhalten suchen, die sich oft in tiefen Wasserrissen finden, und wo möglich aus den, auf solche Weise entblöfsten Geschiebe-, Thon- oder Sandschichten (auf die weiter unten näher anzugebende Weise) organische Reste sammeln.

Was die Ablagerung von Detritusmasse an solchen Stellen betrifft, so hängt viel von der Kraft des Flusses *e e* ab, einen Ausgang ins Meer offen zu erhalten. Wenn ein star-

ker, gegen die Küste gerichteter Wind eine Bank vor dem Flusse aufwirft, so wird letzterer das niedrige Land überschwemmen, und wenn er Detritusmasse enthält, einen Theil davon auf dem Lande absetzen. Der kleinere Flufs *f* wird beständig den in ihm enthaltenen Detritus da absetzen, wo er sowohl seine Kraft, den Detritus fortzuschieben, als die hinreichende Geschwindigkeit, ihn schwebend zu erhalten, verliert, und die Veranlassung wird, dafs sich Pflanzentheile aus den Teichen und Sümpfen, in beträchtlicher Menge mit Sand und Schlamm vermischt, anhäufen.

b) Wenn, wie es gewöhnlich geschieht, der Sand der Dünen vom Winde landeinwärts geführt wird, so mufs der Beobachter die, oft beträchtliche Gröfse des auf diese Weise bedeckten Landstrichs, das Verhältnifs des Vorrückens, so wie die allgemeine Stärke und den Charakter der dadurch entstandenen Ablagerung zu bestimmen suchen; auch mufs er auf die abwechselnden Lagen vegetabilischer Massen achten, welche die verschiedenen Oberflächen bezeichnen, die für einige Zeit für den Pflanzenwuchs fest genug waren und später durch den Flugsand bedeckt wurden.

c) Versandungen sind nicht immer auf diejenigen niedrigen Landstriche beschränkt, welche von dem Meere durch Dünen getrennt sind, die den dazu nöthigen Sand liefern. Sie finden auch zuweilen an den Gestaden tiefer Buchten statt, wenn dieselben schweren Wellen ausgesetzt sind, die, ehe sie die Küste erreichen, über sandige Untiefen hinwegrollen. Mehrere Beispiele hiervon bieten sich dem Beobachter an den Küsten von Cornwall und Devon dar. Der Sand besteht in solchen Fällen fast blos aus zerriebenen Seemuscheln. Die dadurch gebildeten Ablagerungen sind besonders deshalb geologisch wichtig, weil Süfswassermuscheln und Knochen von Landthieren oft durch neue Versandungen bedeckt werden. Auch die Durchschnitte sind von Interesse, indem sie sich zuweilen so darstellen, wie in Fig. 55., wo *a* den Flug-

Fig. 55.

sand und *b* das Gestein des Hügels, gegen den er angetrieben wird, bezeichnet.

VIII. Chemische Ablagerungen aus süssem Wasser und aus Meerwasser.

Da das Wasser der Quellen nicht rein ist, sondern verschiedene Substanzen aufgelöst enthält, und da unter gewöhnlichen Umständen die Flüsse hauptsächlich durch dasselbe gespeist werden, so folgt hieraus, dafs in grofsen Flüssen, in die sich viele Nebenflüsse ergiefsen, und in Seen viele Substanzen aufgelöst enthalten seyn müssen, die, wenn sie unter einander gemengt werden, vielleicht das Bestreben haben, auf einander einzuwirken und neue, unauflösliche Massen zu bilden.

a) Wenn ein Beobachter vermuthet, dafs kalkige oder andere Substanzen aus dem Wasser, worin sie früher durch die erforderliche Menge Kohlensäure oder andere Substanzen aufgelöst enthalten waren, niedergeschlagen sind, so mufs er sich mit Vorsicht Wasser aus den zu untersuchenden Flüssen oder Seen zu verschaffen suchen und sehen, ob darin wirklich solche Substanzen vorhanden sind. Ist er nicht selbst im Stande, das Wasser zu analysiren, so mufs er es in eine reine Flasche giefsen, dieselbe sogleich fest versiegeln und einem erfahrenen Chemiker zur Untersuchung senden.

b) Es wäre wünschenswerth, sowohl die genäherte Menge, als die Art der Substanzen zu bestimmen, die in dem Wasser, welches in verschiedene Seen fliefst, aufgelöst enthalten ist, und dann das Wasser der Abflüsse zu untersuchen, um die Art und Gröfse der chemischen Ablagerung in solchen Seen, wenn eine stattfindet, zu schätzen. Sind die Seen flach und ausgedehnt, so kann, namentlich in heifsen Ländern, die Verdunstung allein schon bemerkbare Wirkungen hervorbringen. Wenn Kalkmasse in dem Wasser des See's zurückbleibt, so mufs man den Verbrauch derselben durch die den See bewohnenden Mollusken und die daraus entstehenden Ablagerungen sorgfältig beachten.

c) Wir würden allmälig eine Menge werthvoller Aufschlüsse über diesen Gegenstand erhalten, wenn die Beobachter, im Falle sie nicht selbst im Stande sind, Analysen anzustellen, mit gehöriger Sorgfalt Wasser aus den sich ins Meer ergiefsenden Flüssen zur Untersuchung an solche Personen schickten, die sich damit beschäftigen. Wenn dies für eine besondere Küstenstrecke geschähe, und die kleineren Flüsse, welche zusammengenommen so wichtig sind, wie

die gröfseren, nicht vernachlässigt würden, so könnten wir eine genäherte Kenntnifs erlangen von der Menge, so wie von den Arten und Verhältnissen der Substanzen, die jährlich von dem auf diese Weise entwässerten, trocknen Lande ins Meer geführt werden. So wäre es von hohem Interesse, die Menge und Art der Substanzen, die im aufgelösten Zustande in das, die Britischen Inseln umgebende Meer geführt werden, wenn auch nur annähernd, zu kennen.

d) Verschiedene Gesteine, von denen wir annehmen, dafs sie auf chemische Weise im Meerwasser gebildet wurden, mögen allerdings so entstanden seyn, aber es bleibt dahin gestellt, ob wir dem Worte Meer nicht eine gröfsere Ausdehnung geben müssen, als dies gewöhnlich von den Geologen geschieht. Man scheint jetzt anzunehmen, dafs der Salzgehalt des Meeres immer derselbe gewesen sey, wie wir ihn gegenwärtig in dem Wasser des Oceans finden. Das mag wahr seyn, obgleich es Gründe giebt, die uns zu einer entgegengesetzten Ansicht führen. Aber indem wir dies für jetzt übergehen, möge es nur als ein merkwürdiger Umstand erwähnt werden, dafs bisher noch keine direkte Versuche angestellt worden sind, um zu erfahren, unter welchen Bedingungen kalkige und andere, den bekannten Gesteinen ähnliche Ablagerungen im Meerwasser entstehen können. Die Weise, in welcher Untersuchungen dieser Art anzustellen sind, wird sich denjenigen, welche hinreichende chemische Kenntnisse besitzen, leicht von selbst darbieten, und es wäre sehr wichtig, zu bestimmen, in wie fern der jetzige Salzgehalt des Oceans uns Aufschlüsse geben könnte über die grofsen Kalkmassen, die wir für Meeresprodukte halten, weil sich in ihnen Ueberreste von Muscheln finden, deren analoge Genera, und zuweilen sogar die Species, in dem jetzigen Meere leben. Das Vorkommen solcher Ueberbleibsel beweist keinesweges, dafs die Thiere, von welchen jene Ueberreste herstammen, in einem Meere lebten, welches, rücksichtlich des Salzgehaltes, sich genau so verhielt, wie der jetzige Ocean; denn wir wissen, dafs solche Geschöpfe in einem Medium zu leben vermögen, das in dieser Hinsicht sehr verschieden seyn kann. So ist das Wasser des mittelländischen Meeres salziger, als das des Atlantischen, und doch sind mehrere Species von Mollusken beiden gemeinsam. Es scheint sogar, dafs das Wasser in hohem Grade salzig seyn und sogar gewisse Salze in einem abweichenden Verhältnisse ent-

halten kann, wie dies im Kaspischen Meere der Fall ist, und dafs dennoch Mollusken darin leben.

e) Da in einigen heifsen Quellen kieslige Ablagerungen stattfinden, so sollten in der Nähe derselben, namentlich, wenn sie sehr heifs sind, Untersuchungen angestellt werden über den Einflufs, welchen kieselerdehaltige Wasser auf die von ihnen berührten Gesteine haben, über die Art und Weise, wie Sand durch sie zusammengekittet wird, so wie über die Zeit, welche erforderlich ist, um Pflanzen mit einer so starken Rinde zu bedecken, dafs die Zersetzung derselben verhindert wird. Versuche zur Bestimmung des letzten Punktes würden von hohem Interesse seyn, da es kieslige fossile Pflanzen giebt, die darzuthun scheinen, dafs die Pflanzen so schnell von Kieselerde bedeckt und durchdrungen werden können, dafs die Zersetzung, welche, namentlich in tropischen Ländern, in wenigen Tagen stattfindet, dadurch verhindert wird.

f) Die Winkel, unter welchen sich auf einander folgende Lagen oder Schichten von Substanzen, die den Gesteinschichten analog sind, aus natürlichen oder künstlichen Lösungen abgesetzt haben, verdienen Aufmerksamkeit, da sie uns Aufschlufs geben können über die als ursprünglich betrachteten Ablagerungen, so wie, bei Unterfuchung der Verschiebungen und Verwerfungen in irgend einem Landstriche, über die nach der Abglagerung eingetretenen Veränderungen.

IX. Ueber die Art der Einschliessung organischer Reste in den jetzt sich bildenden Gesteinen.

Wenn die Vertheilung des animalischen und vegetabilischen Lebens über die Oberfläche der Erde für das Studium der organischen Reste im Allgemeinen von Wichtigkeit ist, so ist dies nicht weniger der Fall mit der Art und Weise, wie die Ueberbleibsel solcher Thiere und Pflanzen jetzt begraben werden.

a) Es giebt wohl kaum irgend Jemand, der bei Durchschnitten, die zur Anlegung von Strafsen, Gräben u. dgl. gemacht worden sind, nicht bemerkt hätte, dafs die Schalen der gewöhnlichen Landschnecken und anderer Landmollusken oft unmittelbar unter der Pflanzendecke vorkommen, während die Knochen von Reptilien, Vögeln oder Säugethieren an denselben Punkten aufserordentlich selten sind. Die Raubthiere verschlingen entweder die Knochen mit den übrigen

Theilen der von ihnen getödteten Geschöpfe, oder sie verzehren die Knochen todter Thiere, die von anderen übrig gelassen wurden und die selten der fortwährenden Nachsuchung entgehen, welche zahlreiche Geschöpfe nach solchen Ueberresten anstellen. Es bleiben daher wenig Knochen auf der Oberfläche des Landes zurück, wo sie von der, durch Zersetzung von Thier- und Pflanzenresten entstehenden Dammerde, oder auf andere Weise, bedeckt werden. Die Erhaltung thierischer Knochen, unmittelbar unter der Landvegetation, ist daher aus gewöhnlichen, natürlichen Ursachen sehr zweifelhaft. Anders verhält es sich mit den festen Theilen der Landmollusken, z. B. der gemeinen Schnecke u. a.; denn viele dieser Thiere verbergen sich in Löchern in der Erde und da sie in Menge an solchen Orten sterben, und ihre weichen Theile durch verschiedene kleine Thiere, welche die Schalen selbst nicht angreifen, verzehrt werden, so finden sich letztere, indem sie von der durch den Regen in die Löcher hineingespülten Erde bedeckt werden, in der gewöhnlichen Dammerde des trocknen Landes oft ganz oder doch ziemlich erhalten.

b) Um zu bestimmen, auf welche Weise die Knochen von Landthieren auf dem trocknen Lande eingeschlossen werden können, unter Umständen, die in so fern als die gewöhnlichen zu betrachten sind, als die nothwendigen Bedingungen an vielen Orten der Erdoberfläche existiren, mufs der Beobachter seine Aufmerksamkeit auf die Anhäufungen von herabgestürzten Gesteinbruchstücken und anderen Substanzen richten, die auf dem Boden offener Spalten und Risse im Gestein, an dem Fufse steiler Abstürze und in Höhlen, die von verschiedenen Thieren, z. B. Hyänen, Bären u. s. w. bewohnt werden, statt finden. In die offenen Spalten, welche manchen Kalksteinbildungen so eigenthümlich sind, fallen häufig Thiere, indem sie entweder von anderen verfolgt werden, oder indem sie einen unglücklichen Versuch machen, über die Spalte hinwegzuspringen, oder indem die Erde an den Rändern unter ihrem Gewichte nachgiebt. In alpinischen oder in kalten Ländern bilden sich Brücken von Schnee über die Spalten, und brechen zusammen, wenn ein Thier über sie hinwegzugehen versucht, so dafs es in die Spalte hinabstürzt. Es fallen ferner aus natürlichen Ursachen in diese Spalten auch Felsstücke, Erde und zuweilen Pflanzen und begraben die Ueberreste der Thiere, nämlich die Knochen, denn die fleischigen Theile werden entweder zersetzt oder

von solchen Vögeln verzehrt, die in die Spalten hinabsteigen, die gröfseren Knochen aber nicht verschlingen oder fortschleppen können. Ist die Spalte in einem Kalkstein und finden darin, wie dies nicht selten der Fall ist, stalagmitische Ablagerungen von kohlensaurem Kalk statt, so bildet sich mit der Zeit eine dichte Masse von Felsbruchstücken, Knochen und kalkigem Cemente, die einen Theil der Spalte ausfüllt. Wenn ein Beobachter einen Theil einer, augenscheinlich auf diese Weise ausgefüllten Spalte vor sich hat, so mufs er mit grofser Vorsicht die Knochen herausnehmen, damit, wenn er selbst nicht mit der vergleichenden Osteologie vertraut ist, dieselben, in einem so vollkommnen Zustande als möglich, einem in der vergleichenden Anatomie bewanderten Manne übersandt werden können, um zu bestimmen, ob die Knochen von noch lebenden Thieren oder von solchen Arten herstammen, die nicht mehr lebend auf der Erde vorhanden sind, und ob daher die in der Spalte eingeschlossenen Massen der jetzigen oder einer früheren geologischen Epoche angehören.

Bei einer solchen Spalte darf der Beobachter sich nicht damit begnügen, nur aus dem oberen oder aus dem unteren Theile derselben Knochen zu sammeln, denn es kann sich wohl ereignet haben, dafs die Spalte während einer Zeit offen geblieben ist, wo eine Veränderung mit den das Land bewohnenden Thieren vorging, und wenn daher dieselben Ursachen fortdauernd wirksam blieben, so mufsten die Ueberreste der früheren Bewohner der Gegend in den tieferen und die der späteren in den höheren Theilen der Spalte begraben werden. Der Beobachter mufs bei jeder sich darbietenden Gelegenheit darauf achten, wie die Knochen in den Schlupfwinkeln derjenigen Thiere vorkommen, welche ihre Beute an solche Orte schleppen, um sie daselbst zu verzehren; ferner auf die zerbrochene oder sonstige Beschaffenheit solcher Knochen, so wie auf die Anhäufungen von Erde, thierischen Exkrementen, Felsbruchstücken u.s.w., welche sie bedecken.

c) Grofse Strecken Marschland, mit kleinen seichten Lachen sind offenbar sehr günstige Punkte für die Anhäufung vegetabilischer Ueberbleibsel. Wenn die Blätter der an solchen Orten wachsenden Bäume auf die Wasserfläche fallen, so nehmen sie eine horizontale Lage an und bilden eine Schicht auf der Oberfläche des Wassers. Die Blätter saugen allmälig Wasser ein und werden dadurch, dafs andere Blätter sich über ihnen anhäufen, hinabgedrückt oder sie

sinken durch ihr vermehrtes specifisches Gewicht auf den am Boden befindlichen Schlamm nieder. Der Beobachter mufs, namentlich in den tropischen Ländern, wo dergleichen Anhäufungen in grofsem Mafsstabe statt finden, auf die Art dieser Einschliefsung, so wie darauf achten, wie die Ueberreste der Wasserthiere, die häufig an solchen Orten leben, und die Knochen mancher vierfüfsigen Landthiere, mit den Pflanzenresten vermischt sind. Er mufs auch eben so wenig die Art des Vorkommens von Thier- und Pflanzenresten in Torfmooren vernachlässigen, da letztere oft von grofser Ausdehnung und die mit denselben verknüpften Umstände sehr wichtig sind.

d) Das Herabfallen grofser Massen von Asche und Rapilli, die bei heftigen vulkanischen Eruptionen ausgeworfen werden, kann die Veranlassung geben zu plötzlichen Einschliefsungen von Landthieren und Landpflanzen, wobei die bessere Erhaltung ihrer festeren Theile wahrscheinlicher ist, als unter anderen Umständen, ohne die Hülfe des fliefsenden Wassers möglich wäre. Der Staub ist zuweilen so fein, dafs, mit Hülfe der Feuchtigkeit, die ihn später verdichtet, die Umrisse der Thiere erhalten werden, nachdem das Fleisch derselben, auf welches zuerst der Staub und die Rapilli herabfielen, zersetzt worden ist. Einige merkwürdige Beispiele hiervon hat man in Pompeji aufgefunden, wo die Umrisse von Theilen des menschlichen Körpers erhalten worden sind. Beispiele dieser Art müssen natürlich sehr selten seyn, weniger jedoch die Erhaltung der Knochen von Reptilien, Insekten, Vögeln und Säugethieren, namentlich in der Nähe der Vulkane, welche Asche und Rapilli auswerfen. Man sollte glauben, dafs unter ähnlichen Umständen auch häufig Pflanzen eingeschlossen würden. Es sollte daher Niemand, dem sich eine Gelegenheit darbietet, es versäumen, in den Schichten von vulkanischer Asche und Sand nach organischen Ueberresten zu forschen. Pompeji und Herculanum sind ausgezeichnete Beispiele von Städten, die durch vulkanische Massen bedeckt worden sind, in welchen man nicht nur Knochen von Menschen, sondern auch viele seiner Werke und selbst Manuscripte findet, die den mannichfaltigen zerstörenden Einflüssen nur dadurch entgangen sind, dafs sie auf diese Weise eingeschlossen wurden.

e) Obgleich die Ueberbleibsel von Thieren und Pflanzen auf diese Weise, ohne die Einwirkung des fliefsenden Wassers, in trocknem Lande bis zu einem gewissen Grade erhal-

ten werden können, so müssen wir doch vorzüglich den vom Wasser bewirkten Ablagerungen, so wie den Niederschlägen, welche durch chemische Einwirkungen in den Wassermassen entstanden sind, die Erhaltung der grofsen Menge organischer Ueberreste, welche sich jetzt in den Mineralmassen eingeschlossen finden, zuschreiben. Der Beobachter mufs sorgfältig auf die verschiedenartige Weise achten, in welcher dies geschehen kann, so dafs, wenn er die Art des Vorkommens organischer Reste früherer geologischer Perioden studirt, er die Aehnlichkeit oder Unähnlichkeit unter denselben zu beurtheilen vermag.

Als wir oben von den mechanischen und chemischen Ablagerungen sprachen, welche in Seen und Meeren, oder durch temporaire Ueberschwemmungen auf gewöhnlich trocknem Lande gebildet werden, da haben wir es unterlassen, anzuführen, dafs der gröfsere Theil derselben Ueberbleibsel von Thieren und Pflanzen enthält, die durch mancherlei Ursachen in ihnen begraben wurden. Die Fische, Mollusken und andere Bewohner eines Flusses sind, unter gewöhnlichen Umständen, seiner Geschwindigkeit, Wassermasse, Bodenbeschaffenheit u. s. w. so angemessen, dafs wir nur dann, wenn sie eines natürlichen Todes sterben, was wohl selten geschieht, die Erhaltung ihrer Ueberreste in dem Schlamm, Sand oder Gerölle, welche sich an einer besonderen Stelle des Flusses anhäufen, erwarten dürfen. Die festen Theile der Süfswassermollusken sind vielleicht von denjenigen Thieren, die beständig in dem Flusse selbst leben, die einzigen Reste, von welchen es wahrscheinlich ist, dafs sie in dem an einigen Stellen des Flusses befindlichen Detritus eingehüllt werden können. Da indefs viele Flüsse ihre Ufer zerstören, wenn nicht die menschliche Kunst sie beschützt, so mufs der Beobachter seine Aufmerksamkeit auf die relative Menge und Art der Thier- und Pflanzenreste richten, die auf diese Weise verbreitet und später in den von dem Flusse gebildeten Anhäufungen von Schlamm, Sand oder Gerölle abgesetzt werden. Er mufs ferner die grofsen Bäume, welche ein Flufs im Naturzustande von seinen Ufern losreifst, nicht unbeachtet lassen, da sie, namentlich in ebenen Ländern, häufig den Flufslauf ändern und dadurch Anhäufungen von Detritus, mit organischen Resten vermischt, veranlassen.

f) Die Fische sind in den Flüssen bei hohem Wasserstande einer gröfseren Masse und einer vermehrten Geschwindigkeit des Wassers ausgesetzt, und suchen daher

Schutz an solchen Stellen, wo die durch Reibung des Wassers gegen den Boden und die Seiten des Flufsbettes verminderte Geschwindigkeit ihnen gestattet, an ihrem Platze zu bleiben. Die Süfswassermollusken leben vornämlich an solchen Stellen, die vor den Zerstörungen gewöhnlicher Fluthen gesichert sind; wenn aber aufserordentliche Fluthen an verschiedenen Stellen des Flusses Anhäufungen von Detritus zurücklassen, so wird der Beobachter wohl thun, dieselben zu untersuchen und die Weise, in welcher die Schalen der Süfswassermollusken in dem Detritus eingeschlossen sind, aufzuzeichnen. Während ungewöhnlich grofser Ueberschwemmungen werden zahlreiche Landthiere und Landpflanzen mit fortgerissen und nicht selten da zurückgelassen, wo das Wasser sich über flache und niedrige Landstrecken ausbreitet. Wenn nun das Wasser wieder gefallen ist, so mufs der Beobachter zu bestimmen suchen, in wie fern jene Thier- und Pflanzenreste dadurch, dafs sie von einem Niederschlage aus dem Wasser eingeschlossen werden, vor der gewöhnlichen Zersetzung durch atmosphärische Ursachen, der sie aufserdem unterworfen seyn würden, geschützt sind.

g) Die relative Menge der organischen Reste, welche unter gewöhnlichen oder ungewöhnlichen Umständen von Flüssen in ihrem Laufe in Schlamm, Schlick, Sand oder Gerölle eingeschlossen werden, ist vielleicht nicht bedeutend; dennoch geschieht durch die Veränderungen der Flufsläufe in einigen Ländern vielleicht mehr in dieser Beziehung, als man auf den ersten Blick zu glauben geneigt seyn möchte. Anders verhält es sich jedoch mit den organischen Ueberbleibseln, die in dem Detritus vorkommen, der an den Einmündungen der Flüsse in Seen oder Meere sich absetzt.

Der gröfsere Theil dieser Ablagerungen, von welchen wir oben angeführt haben, dafs sie an solchen Punkten stattfinden, enthält nicht nur die Reste von Süfswasser- und Landthieren, die den Flufs hinabgeschwemmt und ihrem spezifischen Gewichte und anderen Umständen gemäfs abgesetzt werden, sondern auch die Ueberbleibsel verschiedener Thiere, die in den oberen Theilen des Detritus selbst leben, und entweder den Landseen, den Mündungsbuchten oder dem Meere angehören. Unter den gewöhnlichen Umständen sterben viele Mollusken eines natürlichen Todes und ihre festen Theile bleiben, nach der verschiedenen Lebensart dieser Thiere, in verschiedenen Tiefen zurück und werden daselbst

in den oberen Theilen des angehäuften Detritus eingeschlossen; oder sie werden von Raubmollusken getödtet, die, nachdem sie die Schalen durchbohrt und das darin befindliche Thier aufgesogen haben, die festen Theile oder Schalen ihrer Beute in dem Schlamm oder Sand zurücklassen, wo sie durch die nachfolgenden Anhäufungen von Detritus immer tiefer vergraben werden.

Der Beobachter mufs auf diese verschiedenen Arten, in welcher die Reste von Thieren in den Mineralmassen begraben werden, aufmerksam seyn, und sorgfältig die Umstände erwägen, welche eine Vermengung oder einen Wechsel der Ueberreste von Land-, Flufs-, Mündungs- und Meeresthieren veranlassen können. Er mufs sich erinnern, dafs die Körper todter Thiere, welche von den Flüssen in Seen oder ins Meer geführt werden, verchiedene specifische Schwere besitzen und daher, dem Zustande ihrer derzeitigen Zersetzung und anderen Umständen gemäfs abgesetzt werden; dafs blofse Knochen und Muschelschalen, wenn letztere nicht von trockenen Stellen so hinweggeschwemmt werden, dafs sie schwimmen, unter den erforderlichen Umständen schneller zu Boden sinken, als todte, noch mit dem Fleisch versehene Thiere; — dafs Pflanzen oder Theile von Bäumen, nach ihrer specifischen Schwere schwimmen oder in ungleiche Tiefen hinabsinken, und dafs sie nach Umständen in gröfsere oder geringere Entfernungen fortgetrieben werden. Bei Saftpflanzen, Farrnkräutern, Baumblättern u. dgl. m. mufs er darauf achten, wie lange und unter welchen Bedingungen sie unverletzt erhalten werden können, so wie die Art und Weise, wie sie an den Rändern eines Delta's, auf der Bank vor einer Mündung und an anderen Orten unter einander verstrickt werden, und ferner die verschiedene Menge der Saftpflanzen, Farrnkräuter, Baumblätter u. s. w., welche in tropischen Ländern zwischen den Wurzeln der Manglebäume und in kälteren Gegenden durch andere Mittel angehäuft werden. Der Beobachter mufs nun, nach den von ihm aufgefundenen Thatsachen, die mannichfaltigen, wahrscheinlichen Mischungen organischer Substanzen mit dem Detritus in irgend einem Delta oder in den Ufern einer Flufsmündung, die er untersucht, bestimmen, indem er den Einflufs besonderer Bedingungen, welche das allgemeine Erzeugnifs modificiren können, gehörig erwägt.

Durschschnitte der Delta's zeigen sich gelegentlich, wenn Theile desselben durch Erdbeben gehoben sind oder das

Wasser niedrig ist. Dies mufs sorgfältig beachtet und die Art des Vorkommens organischer Ueberreste aufgezeichnet werden. Der Beobachter mufs ferner zu ermitteln suchen, ob die organischen Substanzen, welche er an solchen Stellen auffindet, ruhig bedeckt, von dem Flusse fortgeschwemmt oder auf eine plötzliche und gewaltsame Weise begraben wurden. Im letzteren Falle zeichnet sich die Ablagerung gewöhnlich durch eine unordentliche Mischung ihrer Bestandtheile aus.

Aufserordentliche Ursachen, oder Fluthen, müssen nothwendig ganz andere Arten von Anschwemmungen, sowohl organischer, als unorganischer Substanzen, an den Einmündungen der Flüsse in Seen oder in Meere bilden, als gewöhnliche Ursachen. Wenn daher ein Beobachter unter günstigen Umständen einen Durchschnitt auffinden kann, so mufs er die verschiedenen Wirkungen dieser verschiedenen Ursachen zu bestimmen suchen und dabei berücksichtigen, dafs organische Reste, nicht nur rücksichtlich ihrer Lage in dem Detritus im Allgemeinen, sondern auch in Hinsicht auf die relativen Verhältnisse der verschiedenen Arten eingeschlossener Thiere und Pflanzen, in einem Falle auf eine andere Weise vorkommen werden, als in einem anderen.

h) Organische Ueberreste werden wahrscheinlich auf dem Boden der Seen und Meere von Detritus verschiedener Art und unter Umständen eingeschlossen, die von den vorhergehenden einigermafsen abweichen. Die oben angeführten Wirkungen kommen nothwendig da vor, wo die Linie des Flusses mit der Küstenlinie zusammentrifft, und wenn daselbst keine gegenwirkenden Kräfte thätig wären, so müfsten die mannichfachen Anhäufungen von Detritus und organischen Ueberbleibseln an den Gestaden des Meeres und der Seen beständig die Oberfläche des trockenen Landes zu vergröfsern und die Wasserfläche der Meere und Seen zu vermindern streben. Wellen, die sich an der Küste brechen, wirken, wie früher gezeigt worden ist, unter gewissen Bedingungen zerstörend auf dieselbe ein, während sie, unter anderen Umständen, Detritus aus dem Meere auf das Land werfen. Die Brandung wirft nicht nur Sand und Gerölle, sondern auch Mollusken, Fische, Korallen und andere organische Substanzen unter günstigen Umständen an die Küste, wo sich allmälig grofse Massen von ausgeworfenen Substanzen anhäufen, die nach den lokalen Bedingungen variiren. Der Beobachter mufs auf die Umstände achten, unter welchen

organische Ueberreste auf diese Weise eingeschlossen werden, und die durch lokale Ursachen in solchen Anhäufungen bewirkten Modifikationen sorgfältig erwägen. Es ist klar, dafs in Landseen die dem Winde ausgesetzte Wasserfläche nicht grofs genug ist, um die fast beständige Brandung zu erzeugen, welche, unter übrigens gleichen Bedingungen, beträchtliche Quantitäten von Detritus und organischen Ueberbleibseln an einer Meeresküste anhäufen würde. Ein Wind von bestimmter Stärke bringt allerdings leichter auf der Oberfläche von Süfswasserseen, als auf dem Meere Wellen hervor, weil die Flüssigkeit, auf welche er im ersten Falle einwirkt, specifisch leichter ist, als im letzteren, aber sie fallen, bei gleicher Gröfse, nicht mit derselben Kraft auf das Ufer, wie die Brandung auf die Meeresküsten. Da indefs, unter günstigen Umständen, auch an die Ufer der Seen Detritus durch die Wellen ausgeworfen wird, so mufs der Beobachter jeden Durchschnitt einer solchen Anhäufung, den er auffinden kann, untersuchen, um zu erfahren, bis zu welcher Ausdehnung organische Reste darin eingeschlossen seyn mögen.

i) Wir sollten vermuthen, dafs, mit zunehmender Entfernung vom Ufer und vermehrter Wassertiefe, so wie bei der daraus folgenden gröfseren Ruhe in den unteren Theilen eines Sees, ausgedehntere und gleichförmigere Ablagerungen über die dort angehäuften organischen Ueberreste stattfinden würden, als an den Ufern selbst, und dafs diese organischen Reste gewöhnlich aus den Theilen derjenigen Geschöpfe bestehen, welche die tieferen Theile des Sees bewohnen, gemischt mit den Ueberbleibseln solcher Landthiere, die bei den Versuchen, von einem Ufer zum anderen zu schwimmen, umkommen oder bei Ueberschwemmungen durch die Flüsse in den See geführt worden sind. Auch Treibholz und Pflanzenblätter werden wahrscheinlich an denselben Stellen angehäuft. — Da man diese Ablagerungen unter dem Wasser des Sees nicht während ihrer Entstehung zu beobachten im Stande ist, so kann man sich nur dadurch eine annähernde Kenntnifs von der Art ihrer Anhäufung erwerben, dafs man die Bedingungen sorgfältig in Betracht zieht, welche, hinsichtlich des in den See hineingeschwemmten Detritus, und der durch diese Detritusmasse eingehüllten organischen Reste, in dem zu untersuchenden See vorherrschen. Es ist klar, dafs die Bedingungen in tiefen und in seichten Seen nicht dieselben sind; denn Thiere, die sich nur blos an den Ufern des er-

steren aufhalten, können sich über den ganzen Boden der letzteren verbreiten, und Wellen, die eine Ablagerung auf dem Boden des einen nicht beunruhigen, werden den Detritus auf dem Grunde des anderen fortbewegen.

k) Die obigen Bemerkungen gelten, in gewisser Hinsicht, auch für diejenigen Ablagerungen, welche auf dem Boden des Meeres, in einiger Entfernung von der Küste, organische Reste eingeschlossen enthalten. Auch in diesem Falle kann ein Beobachter sich nur dadurch eine annähernde Kenntnifs von den erzeugten Wirkungen verschaffen, dafs er sorgfältig diejenigen Umstände beachtet, welche direkt oder indirekt darauf Einflufs haben, und den Unterschied zwischen seichten und tiefen Seen, und die daraus folgenden Modifikationen der in demselben gebildeten Anhäufungen von Detritus und organischen Ueberbleibseln in Erwägung zieht. Die Oberflächen der Seen, mögen sie nun salziges oder süfses Wasser enthalten, sind im Allgemeinen nicht so ausgedehnt, dafs sie einer grofsen Verschiedenheit des Klima's ausgesetzt wären, und daher wird die Verbreitung der Fische, Mollusken und anderer darin lebenden Thiere durch diese Ursache nicht sehr modificirt. Völlig anders verhält es sich mit den Bewohnern des Meeres, auf deren Verbreitung das Klima bedeutenden Einflufs übt, wenn es auch keinesweges die einzig modificirende Ursache ist.

l) Wir müssen, zur weiteren Belehrung über diesen Gegenstand, auf die Werke verweisen, welche von der Verbreitung des animalischen und vegetabilischen Lebens über die Erdoberfläche handeln. Hier wird es hinreichend seyn, zu bemerken, dafs vielfache Beobachtungen in dieser Beziehung dargethan haben, dafs dieselben Species nicht nothwendig an zwei Orten vorkommen, wenn letztere auch hinsichtlich des Klima's und anderer Bedingungen völlig gleich sind; sondern dafs im Gegentheil, wenn alle, jetzt auf der Erde lebenden Thiere und Pflanzen plötzlich in eine zusammenhängende Gesteinschicht eingeschlossen würden, die eingeschlossenen organischen Reste an verschiedenen, nur einige hundert Meilen entfernten Orten, wenig Uebereinstimmung zeigen würden. Obgleich daher Ablagerungen von Schlamm, Schlick und Sand gleichzeitig an den Küsten der Britischen Inseln und China's stattfinden, und an beiden Orten organische Reste darin eingeschlossen werden, so läfst sich doch aus diesen organischen Einschlüssen nicht die Gleichzeitigkeit dieser Ablagerungen erweisen. Auch würden einige in

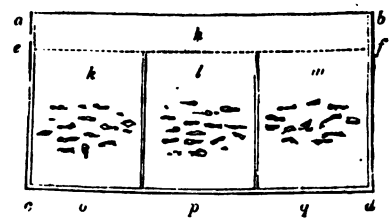
den Ablagerungen vorkommende Mollusken, welche noch in den respektiven benachbarten Meeren leben, für die Gleichzeitigkeit nichts beweisen, obgleich man den auf diesen Umstand gegründeten Classificationen der Gesteine in neuerer Zeit grofse Wichtigkeit beigelegt hat, wenn man nicht auch zugleich darzuthun im Stande ist, dafs die Gestade der Britischen Inseln und China's gleichzeitig genau denselben Bedingungen unterworfen gewesen sind — ein Umstand, der nicht sehr wahrscheinlich ist.

m) Ein Beobachter kann, vermittelst des gewöhnlichen Senkbleies, in solchen Tiefen, die man Lothtiefen (*soundings*) nennt, direkte Beobachtungen anstellen über die Art des Grundes im Meere, so wie durch den Fisch- und Austernfang über das animalische und vegetabilische Leben, in geringer Tiefe unmittelbar unter dem Boden, auf dem Boden selbst und im Meere. Beobachtungen dieser Art könnten belehrender für den Geologen gemacht werden, als es bisher geschehen ist, wenn Charten angefertigt würden, die nicht nur die Tiefe und die Art des Bodens an bestimmten Küsten angeben, sondern auch die Stärke und Richtung der Fluth und der Strömungen, welche Detritus fortzuführen vermögen, so wie die Art dieses Detritus und die Theile der submarinen Fläche, die von eigenthümlichen Thieren und Pflanzen bewohnt werden. Ein solches Bild führt zu allgemeineren und bestimmteren Begriffen, als bogenlange Beschreibungen. Der Mafsstab einer solchen Charte hängt natürlich davon ab, ob man mehr oder weniger ins Detail gehen will, doch würde ein Mafsstab, wie derjenige der Charten von Grofsbritanien, der sogenannten *ordnance maps*, nämlich ein Zoll für eine Englische Meile, hinreichende Belehrung gewähren.

n) Rücksichtlich der Versteinerung organischer Reste in verschiedenen Gesteinen — d. h. der häufig stattfindenden Veränderung der organischen Masse, woraus die organischen Körper bestanden, als sie in Schlamm, Gerölle oder Sand eingeschlossen wurden — können wir leicht eine Reihe von Versuchen anstellen, die, obgleich das grofse Element, die Zeit, dabei fehlt, doch viel Belehrung über diesen Gegenstand geben können. Gesetzt, ein Beobachter wünschte zu wissen, welchen Einflufs das mit Kohlensäure geschwängerte Wasser beim Durchsickern durch Schlamm, Schlick oder Sand auf die in diesen Massen enthaltenen organischen Reste verschiedener Art ausübt, so könnte er auf folgende Weise sei-

nen Zweck erreichen: er nimmt ein Gefäfs, das etwa die Form hat, wie Fig. 56., welche den vertikalen Durchschnitt

Fig. 56.



eines solchen Gefäfses, *d c d b*, darstellt. Die Dimensionen und das Material sind beliebig. Das Gefäfs habe vier Abtheilungen, von welchen drei, *o*, *p*, *q*, von gleicher Gröfse und oben offen sind, die vierte, *h*, dagegen, über jene horizontal ausgedehnt und nach unten geöffnet ist. Man fülle nun die Abtheilungen *o*, *p*, *q*, bis zur Linie *e f*, respektive mit Schlamm, Schlick und Sand von einer solchen chemischen Zusammensetzung, wie sie für das Experiment am passendsten scheint, und vertheile organische Reste, z. B. Muscheln, Fischgräten, Knochen von Sauriern und dergleichen in dem Schlamm *k*, dem Schlick *l* und dem Sand *m*, wobei man sorgfältig darauf zu sehen hat, dafs sie so viel wie möglich von derselben Art sind und in jeder Abtheilung genau in derselben Lage sich befinden. Füllt man nun die Abtheilung *h* mit Kohlensäure enthaltendem Wasser, so wird es durch die Substanzen in den Abtheilungen *o*, *p*, *q*, deren Boden aus einer porösen Masse bestehen mufs, hindurchsickern, dabei die organischen Reste berühren und, nach der verschiedenen chemischen Zusammensetzung derselben, darauf einwirken. Gieſst man immer wieder kohlensäurehaltiges Wasser hinzu, so wie es durch die Abtheilungen *o*, *p*, *q* hindurchsickert, und setzt man den Versuch etwa ein Jahr fort, so wird sich aus der Beschaffenheit der organischen Reste in jeder Abtheilung die Gröfse der Veränderung ergeben, welche die Knochen durch das Durchsickern des kohlensäurehaltigen Wassers erlitten haben. Natürlich mufs die chemische Beschaffenheit des Schlammes, Schlicksund Sandes vor der Anstellung des Versuchs bekannt seyn, damit nicht die Einwirkung der Kohlensäure auf diese Substanzen zu Irrthümern Veranlassung giebt.

Es ist klar, dafs diese Versuche sehr verändert werden können, doch mufs man immer darauf bedacht seyn, solche Wirkungen zu erzeugen, wie wir sie in der Natur sehen; auch lassen sich die zu diesem Zweck anzuwendenden Apparate auf mannichfache Weise verändern. Wir können sogar versuchen, diejenigen Theile der organischen Reste, welche durch die Wirkung der zum Durchsickern des Schlammes und Sandes angewandten Lösungen zerstört worden sind, durch andere Substanzen zu ersetzen. Bei gehöriger Sorgfalt gelingt es uns vielleicht, durch solche Mittel, wie die Natur sie oft anwendet, den kohlensauren Kalk der Muscheln völlig zu entfernen und in die dadurch entstandene Höhlung andere Substanzen, z. B. Kieselerde, hineinzubringen. Diese und andere Versuche zur Erläuterung der Naturprozesse durch künstliche Mittel, gehören in die Experimental-Geologie, einen Zweig der Wissenschaft, dem bisher noch nicht diejenige Aufmerksamkeit gewidmet ist, welche seine Wichtigkeit erfordert.

o) Die Mineralsubstanz, aus welcher hauptsächlich diejenigen Gesteine bestehen, die organische Reste enthalten und chemischen Ursprungs sind, ist Kalkstein. Im Allgemeinen werden die organischen Reste in kalkhaltigen Ablagerungen gut erhalten, die an verschiedenen Orten stattfinden können, wo sehr mit Kohlensäure imprägnirte Wasser diese Säure fahren lassen und den Kalk, der nur mit Hülfe der Säure aufgelöst erhalten wurde, auf alle Substanzen absetzen, die sie antreffen. Organische Reste werden auf diese Weise in Kalkmasse, die, nach den modificirenden Umständen, verschiedene Grade der Härte und Dichtigkeit besitzt, eingeschlossen und erhalten. Die sogenannten versteinernden Quellen sind Jedermann bekannt. Die in sie hineingelegten Substanzen werden nur mit einer Rinde von erdiger Masse, gewöhnlich von kohlensaurem Kalk, überzogen, der entweder dadurch abgelagert wird, dafs das Lösungsmittel entweicht, oder dadurch, dafs das Wasser gänzlich verdampft. Ein Beobachter wird leicht einsehen, dafs solche Quellen gewöhnlich Pflanzen, Landmuscheln, Knochen und Steine in Menge zusammenhäufen, die auf solche Weise zu einer beständig sich vermehrenden Masse zusammengekittet werden. Er mufs seine Aufmerksamkeit auf solche Stellen richten, wo Teiche und kleine Seen durch kohlensaures Wasser, welches kohlensauren Kalk aufgelöst enthält, gebildet werden, und darauf achten, wie organische Reste durch kalkige

Ablagerung eingeschlossen werden. Auch die Flufsbetten wird man unter den erforderlichen Bedingungen mit einem kalkigen Absatze bedeckt finden. Hat der Beobachter eine solche kalkige Ablagerung vor sich, die gewöhnlich Travertino genannt wird, so mufs er ihren geologischen Werth dadurch zu bestimmen suchen, dafs er die darin enthaltenen organischen Ueberbleibsel, ihre Ausdehnung, Tiefe, ihren allgemeinen Charakter und ihre relative Wichtigkeit, als Bestandtheil der den Distrikt bildenden Mineralmassen, aufzeichnet.

p) Andere Substanzen, wie Kieselerde und schwefelsaurer Kalk, werden an einigen Orten durch die sogenannten Mineralquellen abgesetzt. Die Art, wie sie animalische und vegetabilische Reste einschliefsen, ihre relative Wichtigkeit und die Bedingungen, unter welchen die Ablagerungen entstehen, müssen sorgfältig beachtet werden.

q) Man hat behauptet, dafs an manchen Stellen im Meere Kalkstein gebildet werde, welcher organische Reste umschliefse. Direkte Beweise lassen sich nicht wohl anders dafür auffinden, als dafs man sieht, ob aus dem Meerwasser kohlensaurer Kalk abgesetzt und diejenigen Ueberreste von Thieren und Pflanzen, welche sich ihm darbieten, darin eingeschlossen werden. Bis jetzt sind die Beweise für diesen Gegenstand äufserst spärlich; doch hat man Meeresmuscheln und Korallen durch eine dichte Kalkmasse zusammengekittet gefunden, welche offenbar ein Produkt der gegenwärtigen geologischen Periode war; auch will man Steine und Sand von dem Meeresgrunde heraufgeholt haben, die durch kohlensauren Kalk, der sich jetzt daselbst bildet, verbunden waren. Wenn der Salzgehalt des Meeres jetzt derselbe ist, wie zu der Zeit, wo manche Kalkablagerungen, die voll von Meeresmuscheln sind, in den Meeren früherer geologischen Perioden gebildet wurden, so sehen wir keinen Grund, weshalb nicht auch jetzt noch dergleichen Ablagerungen sich bilden sollten. Ein Beobachter mufs die verschiedenen Bedingungen in Erwägung ziehen, die nothwendig sind, um eine kalkige Ablagerung in einem Meere zu bilden, das die salinischen Bestandtheile der jetzigen Meere enthält, die sich mit der Existenz von Geschöpfen vereinigen lassen, deren festere Ueberbleibsel später an denselben Stellen eingeschlossen werden können.

r) Einige halten die Korallenriffe für sehr ausgedehnt, und nehmen an, dafs sie eine beträchtliche Strecke des Mee-

resbodens mit einer dicken Schicht von Kalkmasse bedecken, die aus den festen Theilen der kalkerzeugenden Polypen entsteht und Muschelschalen und andere feste Theile von Seethieren zusammenkittet. Andere dagegen nehmen an, dafs sie nicht ununterbrochen grofse Flächenräume bedecken, sondern nur an isolirten Stellen, auf den Gipfeln submariner Berge oder in Linien, die Küsten begränzend, vorkommen. Keiner Klasse von Beobachtern bieten sich bessere Gelegenheiten dar, die verschiedenen Bedingungen zu studiren, unter welchen Korallenriffe und Bänke vorkommen, oder Data über die Tiefe, bis zu welcher gewisse Korallenspecies hinabsteigen, über die Ausdehnung solcher Riffe u. dergl. zu sammeln, als dem Seefahrer. Wenn ein Beobachter nicht selbst die verschiedenen Korallenspecies zu unterscheiden vermag, so wäre es zu wünschen, dafs er an den Rändern eines Korallenriffs, aus verschiedenen Tiefen, Proben sammelte, sie sorgfältig in weiche Substanzen einpackte, damit die feineren Theile erhalten werden und Zettel beifügte, worauf die Tiefe und die Lage, aus der sie entnommen wurden, bemerkt sind, damit sie später einem, mit diesem Gegenstande vertrauten Naturforscher zur Untersuchung vorgelegt werden könnten.

X. Vulkane.

Bei dem ergreifenden Charakter vulkanischer Erscheinungen giebt es wohl nur wenige Personen, die, wenn sie zur Zeit der Eruption eines Vulkans in seiner Nähe waren, nicht in einem gewissen Grade Beobachter dieser Erscheinungen geworden wären. Mit Ausnahme desjenigen, was von einigen wissenschaftlichen Männern aufgezeichnet worden ist, haben indefs dergleichen Beobachtungen wenig Werth, weil die Aufmerksamkeit nicht auf diejenigen Thatsachen gerichtet wird, welche vorzugsweise bemerkt zu werden verdienen und die zu einer richtigen Kenntnifs von der Ursache der vulkanischen Thätigkeit führen.

a) Ein Beobachter mufs zuerst auf die Lage des Berges achten, dabei sich jedoch nicht auf den Berg selbst beschränken, sondern seine Beobachtungen so weit auf das umliegende Land ausdehnen, wie die Umstände es erlauben. Liegt der Vulkan in einem Distrikte, der aus nicht-vulkanischen Gesteinen besteht, so mufs, wenn dieselben geschichtet sind, vorzüglich die Stellung der Schichten beachtet und genau

bemerkt werden, ob sie von dem Vulkan, wie von einem Mittelpunkte aus, nach allen Seiten abfallen oder ob sie in anderen Lagen vorkommen. Vor Allem jedoch ist es nothwendig, dem Vulkan selbst, wie grofsartig er auch in Bezug auf den Distrikt erscheinen mag, nicht eine zu grofse Wichtigkeit beizulegen, und durchaus nicht dem blendenden Glanze der Eruption und der häufig bei solchen Gelegenheiten mit den Beobachtungen verbundenen persönlichen Gefahr einen Einfluſs auf die richtige Würdigung der Gröfse desselben im Verhältnifs zu der Erdoberfläche zu gestatten.

Es giebt kein besseres Mittel, einen Beobachter von der Vorstellung einer übertriebenen Wichtigkeit, die er etwa einem einzelnen Vulkan beizulegen geneigt seyn möchte, zurückzubringen, als wenn man einen genauen Durchschnitt des Landes, worin der Vulkan liegt, mit gleichem Mafsstabe für die senkrechten und horizontalen Entfernungen entwirft. Wenn *a* Fig. 57. den Durchschnitt eines 5200 Fufs hohen

Fig. 57.

Vulkans, *b c* einen Theil des Landes, 25 Meilen lang, und *d e* Berge von etwa 2500 Fufs Höhe darstellen, so wird man leicht einsehen, dafs, wenn die Linie *b c* noch um 25 Meilen zu beiden Seiten des Berges verlängert wird, der Vulkan diejenige relative Wichtigkeit verliert, die ihm hier absichtlich dadurch beigelegt worden ist, dafs man ihm die doppelte Höhe der zu beiden Seiten liegenden Berge gegeben hat.

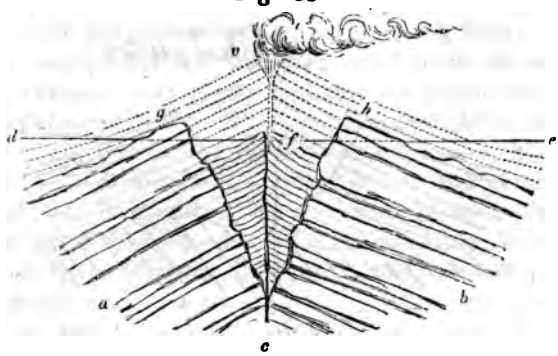
Wenn ein Beobachter statt eines einzigen Vulkans eine ganze Gruppe entdeckt, so mufs er stets ihre Wichtigkeit in Bezug auf einen bestimmten Distrikt im Auge behalten, bis er vielleicht zuletzt findet, dafs das ganze Land, wie in Island, fast nur aus vulkanischen Produkten besteht. Auf diese Weise wird er weder die Wichtigkeit eines gegebenen Vulkans oder einer Vulkangruppe überschätzen, noch auch, indem er sie nach ihrer relativen Wichtigkeit klassificirt, irgend einen vulkanischen Distrikt, den er untersucht, zu gering schätzen.

b) Es ist in der letzten Zeit viel darüber gestritten worden, ob, vor der Entstehung eines Vulkans in einem Distrikt, das Gestein, aus welchem der letztere besteht, um die Stelle,

wo später gasförmige, flüssige und feste Produkte herausgeschleudert werden, erhoben wird oder nicht. Diejenige Lokalität, von der man annimmt, sie sey durch die unter ihr wirkenden Kräfte gehoben und zerrissen worden, nennt man einen Erhebungskrater *), um ihn von den Ausbruchskratern zu unterscheiden, die später durch das bekannte Auswerfen von Asche, Rapilli und Lava entstehen, die einen kegelförmigen Haufen bilden mit einer trichterförmigen Vertiefung auf dem Gipfel, welche durch die Gewalt, womit die elastischen Dämpfe und Gase nach oben entweichen, und Asche, Rapilli und Lava mit sich fortreifsen, offen erhalten wird. Andere Geologen sind der Meinung, dafs man Ausbruchskrater fälschlich für Erhebungskrater gehalten habe, und man hat geglaubt, die angeführte Erscheinung dadurch erklären zu können, dafs man eine Veränderung der vulkanischen Oeffnungen, so wie eine geringere Wirksamkeit eines Vulkans in der Mitte einer Fläche annimmt, die früher von demselben Vulkan, als er in gröfscrer Thätigkeit war, bedeckt wurde, indem die zur Constituirung des Kegels erforderlichen Massen bei einer grofsen vulkanischen Eruption fortgeschleudert wurden.

Zur Erläuterung der Theorie der Erhebungskrater wollen wir annehmen, *a b* Fig. 58. sey ein Gestein, das durch

Fig. 58.

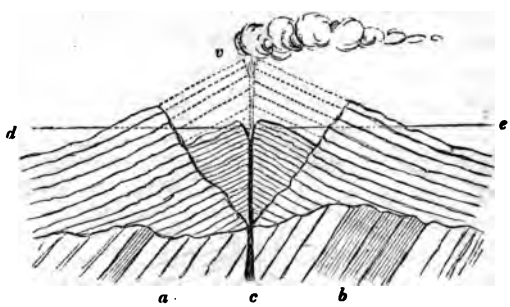


eine Kraft *c* emporgehoben wurde, die mit solcher Intensität von unten nach oben wirkt, dafs sie im Stande ist, es

*) *L. von Buch*, über die Zusammensetzung der basaltischen Inseln und über Erhebungskratere. Abhandl. d. Akad. zu Berlin. 1818 — 1819. pg. 51. A. d. U.

zu zerreifsen. Man nimmt ferner an, dafs die elastischen Dämpfe und Gase, welche nun einen freien Ausweg nach oben haben, allmälig Asche, Rapilli und Lava in konischer Form aufhäufen, wie es die punktirten Linien unter *v* zeigen, und dafs zu einer gegebenen Zeit der Vulkan dadurch das Ansehen erhält, als ob er ganz aus vulkanischen Produkten bestehe. Zur besseren Erläuterung haben wir hier angenommen, dafs die ersten Anhäufungen von ausgeworfenen Rapilli und dergleichen unter dem Meere stattfinden, so dafs zu einer bestimmten Zeit daselbst ein Vulkan, *f*, als Insel, vorhanden ist, und von einem Amphitheater von Land, *g h*, umgeben wird, das eine andere, kreisförmige Insel bildet. Es ist klar, dafs, durch das successive Anhäufen vulkanischer Massen, die durch das Zerreifsen des Grundgebirges *a b* entstandene Vertiefung ausgefüllt und zuletzt völlig durch die von dem Vulkan ausgeworfenen Massen bedeckt und dem Auge entzogen werden wird. Die obige Skizze Fig. 58. ist nur eine der vielen Modifikationen von Verwerfungen und Zerreifsungen der Schichten, welche mit den Eruptionskegeln in Verbindung stehen mögen und denen der Name von Erhebungskratern gegeben werden kann. Zur Erläuterung des Begriffes eines einfachen Ausbruchskegels stelle *a b* Fig. 59. ein Gestein dar, welches von einer Spalte

Fig. 59.



durchbohrt, aber nicht gehoben worden ist. Bezeichnet *d e* die Meeresfläche und finden durch *c* gewöhnliche vulkanische Ausbrüche statt, so werden sich allmälig konische Lagen anhäufen, bis sie eine gewisse Höhe, *v*, erreichen. Wird nun durch einen grofsen vulkanischen Ausbruch die ganze mit punktirten Linien bezeichnete Masse fortgeschleudert, und der Berg macht fortan nur kleinere Eruptionen, so er-

halten wir eine vulkanische Insel in der Mitte eines Amphitheaters von Land.

Ehe wir die Aufmerksamkeit des Beobachters auf besondere Umstände lenken, wollen wir vorher noch bemerken, dafs zerbrochene und gehobene Gesteine, wie *a b* in Fig. 58., an vielen Orten unter nicht-vulkanischen Gesteinen in gröfserem und geringerem Mafsstabe beobachtet werden können, und dafs ein solches Vorkommen der Gesteine keine geologische Unwahrscheinlichkeit in sich schliefst *).

c) Der Beobachter mufs sich zu überzeugen suchen, ob in einem vulkanischen Distrikt, den er untersucht, mag derselbe nun klein oder grofs seyn, die Schichten von einem Mittelpunkte aus abwärts fallen. Findet er dies, so mufs er die Continuität der einzelnen Schichten zu verfolgen und zu bestimmen suchen, ob sie vulkanisch sind oder nicht. Sind diese Gesteine durch das Feuer gebildet worden, wie z. B. Trachyt, Basalt, trachytische und basaltische Konglomerate u. dergl., so mufs er sie mit ganz besonderer Sorgfalt um die vulkanische Oeffnung herum verfolgen, indem, wenn sie ein Continuum bilden, ohne andere Veränderungen, als Gesteine dieser Art im Allgemeinen in mäfsigen Entfernungen zu erleiden pflegen, oder wenn sie nur durch Schluchten unterbrochen sind, die radienartig von der vulkanischen Oeffnung, als einem Mittelpunkte, ausgehen, an einer solchen Stelle Alles für einen Erhebungskrater spricht. Sind die Gesteine, welche einen vulkanischen Distrikt umgeben, nicht durch Feuer gebildet, sondern von solcher Art, die man gewöhnlich als durch das Wasser erzeugt, betrachtet, und sind sie gegen die vulkanische Oeffnung als einen Mittelpunkt aufgerichtet, so würde auch dies ein Beweis für einen Erhebungskrater seyn.

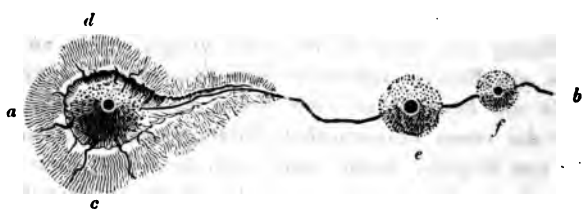
Sollte ein Beobachter eine Reihe von Schichten finden, die rund um einen vulkanischen Distrikt nach Aufsen fallen und nur aus Rapilli, Asche und dergl. bestehen, hier und da mit einem festen Gestein, das man leicht für den Durchschnitt eines Lavastromes erkennen kann, so wäre dies ein Beweis für einen Ausbruchskrater, obgleich, wie dies in Fig. 58. gezeigt worden ist, ein Erhebungskrater darunter verborgen seyn kann. Es ist indefs kein Grund vorhanden, weshalb nicht zahlreiche Ausbruchskrater ohne Erhebungskrater vorkommen sollten, während zu gleicher Zeit viele vulkanische

*) *De la Beche*, Researches in theoretical Geology, pg. 211.

Kegel, die durch successive Ausbrüche gebildet worden sind, auf Erhebungskratern ruhen mögen, die nur nicht immer sichtbar sind. Die Massen von Asche, Rapilli und Lavaströmen, woraus die vulkanischen Kegel bestehen, sind nur Haufen von Substanzen, welche durch die elastischen Dämpfe und Gasarten da ausgeworfen werden, wo diese einen Ausweg finden. Es ist leicht einzusehen, dafs solche Ausgänge eben so leicht längs den grofsen Spaltungslinien auf der Erdoberfläche, als da sich bilden werden, wo ältere Gesteinlager grofse Biegungen und Verwerfungen erlitten, oder blasenartig aufgetrieben und an ihrem schwächsten Theile, d. h. im Mittelpunkte der am höchsten erhobenen Masse, zerrissen wurden. Der Beobachter mufs seine Aufmerksamkeit auf die Gröfse einer kraterförmigen Vertiefung richten. Ist sie sehr grofs, — wie z. B. der Krater auf Deception-Insel, einer der Neu-Shetländischen Inseln, der etwa eine geographische Meile im Durchmesser hat*) — so ist es nicht wahrscheinlich, dafs ein solcher Krater ein einfacher Ausbruchskrater sey, während man relativ kleinere Krater, wenn auch kein direkter Beweis, woran es auf Inseln oft fehlt, vorhanden seyn sollte, als so entstanden ansehen kann.

Wir sehen leicht ein, dafs auf derselben Spaltungs*linie* ein Erhebungskrater mit einem Ausbruchskrater in der Mitte, so wie ein Ausbruchskrater ohne eine Spur eines Erhebungskraters vorkommen können. *a b* Fig. 60. stelle

Fig. 60.



z. B. einen Theil einer Verwerfung oder Spalte in der Erdoberfläche dar, wie sie in manchen Ländern keineswegs selten sind. Es bezeichne *a* den Punkt, wo die Zer-

*) Journal of the geographical Society. I. p. 63. — (Deutsch in *Berghaus*'s Kabinetsbibliothek der neuesten Reisen und Forschungen im Gebiete der Länder-, Völker- und Staatenkunde. Bd. 1. Ausgewählte Schriften der Königl. geographischen Gesellschaft zu London. Theil 1. p. 128. A. d. U.)

reifsung nach dieser Richtung hin endigt, indem die Spalte sich biegt, und durch horizontale Entblöfsung die kreisförmige Anordnung der Gesteine *d a c*, oder den Circus der Erhebung, wie man ihn nennt, wenn die Dimensionen beträchtlich werden, zeigt. Wenn vulkanische Dämpfe und Gase, die sich einen Ausweg zu bahnen suchen, ihn an diesem Punkte finden, so wird wahrscheinlich eine konische Anhäufung von Asche, Rapilli und Lava entstehen, die von einem kreisförmigen, steilen Absturze *(escarpement)* von Gesteinen, *d a c*, welche nach aufsen abfallen, umgeben ist; dies wäre also ein Ausbruchskrater in der Mitte eines schon früher vorhanden gewesenen Erhebungskraters. Bezeichnen *e* und *f* zwei andere Punkte auf derselben Spaltungslinie, wo vulkanische Dämpfe und Gase sich einen Ausweg gebahnt und Asche, Rapilli und Lava mit an die Oberfläche gerissen haben, so werden zwei einfache Eruptionskrater, ohne einen vorher gebildeten Ausbruchskrater, entstehen, obgleich wir leicht einsehen, dafs daselbst ein allgemeines Betreben vorhanden ist, die dort vorkommenden Gesteine an solchen Stellen emporzurichten. Der Beobachter wird ohne Schwierigkeit begreifen, dafs noch manche andere Unregelmäfsigkeiten und Biegungen auf einer grofsen Spaltungslinie stattfinden können, wodurch die vulkanischen Massen einen Ausgang finden und in der Mitte der erhobenen Gesteine kraterförmige Haufen von Asche und dergleichen aufwerfen, unabhängig von der vulkanischen Kraft selbst, die, mehr gegen den einen als gegen den anderen Punkt gerichtet, die darüber liegenden Gesteine in die Höhe treiben und eine weite, kraterförmige Oeffnung bilden werden, in deren Mitte dann später ein konischer Haufen von Asche, Rapilli und Lava entsteht.

Wir würden dem Beobachter vorzüglich rathen, die Möglichkeit, dafs gewisse Vulkane auf geraden oder gekrümmten Spaltungslinien vorkommen, zu studiren. Die Vulkanreihe, welche sich von Osten nach Westen durch Mexiko erstrekt (wozu auch der in neuerer Zeit plötzlich entstandene Vulkan Jorullo gehört), hat man oft als eine grofse Spalte in der Erdoberfläche betrachtet, durch welche vulkanische Massen an verschiedenen Punkten des geringsten Widerstandes ausgeworfen wurden.

d) Der Beobachter mufs seine Aufmerksamkeit darauf richten, in welchem Verhältnisse die Gröfse eines Vulkans zu der Heftigkeit seiner Ausbrüche steht. Vulkanische Eruptionen sind offenbar von verschiedenen Graden der In-

tensität; aber wir begreifen leicht, dafs die, unter gewissen Bedingungen erzeugte Intensität modificirt und gehemmt wird, wenn jene Bedingungen eine Aenderung erleiden, so dafs das Maximum der Intensität der Ausbrüche eines Vulkans in früheren Perioden seiner Existenz gröfser ist, als in späterer Zeit, indem eine bestimmte Kraft elastischer Dämpfe und Gase, gleich nach der Bildung eines freien Ausweges, einen geringeren Widerstand zu überwinden hat, als später, wenn diese Oeffnung durch eine Säule von Lava, Asche und dergleichen verstopft ist, die durch einen grofsen konischen Haufen von Asche und Rapilli, welchem dichte, radienförmig von dem Krater ausgehende Lavaströme eine gröfsere Festigkeit geben, von allen Seiten gestützt wird. Wir sollten daher, unter übrigens gleichen Umständen, bei einer seit langer Zeit thätigen vulkanischen Oeffnung, mehr untergeordnete Seitenkegel und weniger Ausbrüche aus dem Centralkegel erwarten, als in den früheren Perioden der Thätigkeit derselben Oeffnung. Es ist klar, dafs der Beobachter nicht auf das relative Alter zweier Vulkane, wie Aetna und Vesuv, schliefsen kann, weil der eine gröfser ist, als der andere und auf dem einen Seitenkegel vorhanden sind, die dem anderen fehlen, wenn er nicht im Stande ist, zu zeigen, dafs die vulkanischen Kräfte beider immer gleich sind und gleiche Mengen vulkanischer Materie anhäufen und gleiche antagonirende Thätigkeit in gleichen Zeiten entwickeln.

e) Beobachtungen über die chemische Zusammensetzung der verschiedenen Dämpfe und Gase, sowohl derjenigen, welche während einer vulkanischen Eruption entweichen, als derjenigen, die während der geringeren Thätigkeit, oder der sogenannten Ruhe desselben Vulkans aus den Spalten und Rissen in dem Krater und den Seiten des Berges ausströmen, sind höchst wichtig, weil sie zu einer Kenntnifs der Ursachen der vulkanischen Thätigkeit selbst führen. Ziemlich herrschend ist jetzt die Theorie, dafs die vulkanische Thätigkeit dadurch erzeugt werde, dafs Meerwasser oder anderes, dieselben Bestandtheile enthaltendes Wasser bis zu gewissen metallischen Basen der Erden und Alkalien hindurchsickere. Zur Prüfung dieser und jeder anderen, auf das Eindringen des Wassers in den vulkanischen Heerd gegründeten Theorie ist offenbar die Untersuchung der Dämpfe und Gasarten, welche aus Vulkanen, in verschiedenen Entfernungen vom Meere oder von anderen grofsen Wassermassen, ausströmen, höchst wichtig. Ist der Beobachter ein Chemiker, so wird

er leicht die Untersuchung auf eine solche Weise vornehmen können, dafs er zu einem genügenden Resultate gelangt. Ist er indefs nicht selbst Chemiker, so sollte er wenigstens Dämpfe und Gase zur Untersuchung sammeln und dabei Folgendes beachten:

Er mufs dazu Glasflaschen mit genau passenden, eingeriebenen Stöpseln wählen; auch kann er selbst diese Stöpsel einreiben und sie durch Schmirgel, der mit Wasser angefeuchtet wird, genau schliefsend machen. Die Flaschen müssen dann mit Quellwasser (oder destillirtem Wasser, wenn man es sich verschaffen kann) gefüllt, so nahe als möglich an der Stelle, wo das Gas hervorströmt, ausgeleert und, ohne sie hinwegzunehmen, verschlossen werden. Den Stöpsel mufs man vorher dünn mit Wallrath- oder Lichttalg bestreichen, ihn dann mit Bindfaden festbinden und zuletzt den Hals der Flasche mit einem Cement aus Wachs, das mit seinem halben Gewichte Harz zusammengeschmolzen wird, überziehen. Flaschen, welche zwei bis vier Unzen Wasser halten, sind für die meisten Zwecke hinreichend, doch sind gröfsere, wenn man sie haben kann, allerdings vorzuziehen. Kann man sich keine Flaschen mit Glasstöpseln verschaffen, so kann man auch gewöhnliche Steinflaschen mit Korkstöpseln anwenden. Diese Stöpsel mufs man jedoch vor dem Gebrauche zwischen zwei flachen Steinen oder Holzstücken weich klopfen, hierauf, nachdem sie fest in die Flasche eingepfropft worden sind, den über der Mündung der Flasche hervorragenden Theil abschneiden und dann den Stöpsel mit Wachscement oder mit Siegellack überziehen.

f) Wenn nicht zuviel Gefahr damit verbunden ist, sich während einer Eruption dem Krater eines Vulkans zu nähern, so mufs man, zu verschiedenen Zeiten des Ausbruchs, die Dämpfe und Gase sammeln, um sich zu überzeugen, ob in ihrer Beschaffenheit oder in ihren relativen Verhältnissen mit der Zeit eine Veränderung eintritt. Man nimmt allgemein an, dafs das kohlensaure Gas erst gegen das Ende der bedeutenderen Eruptionen ausströmt.

g) Wenn es thunlich ist, so mufs man sich auch die in den Spalten und an anderen Stellen des vulkanischen Kraters vorkommenden Sublimationen mit Vorsicht zu verschaffen suchen, und diejenigen, welche sich durch Einwirkung der Atmosphäre auflösen, oder sonst eine Veränderung erleiden, in fest versiegelten Flaschen mit eingeriebenen Stöpseln aufbewahren, so dafs sie, bei späterer Untersuchung,

dem Zustande, in welchem man sie in dem Vulkan einsammelte, noch so ähnlich wie möglich sind. Eine Vergleichung solcher Produkte von verschiedenen Vulkanen würde uns einer richtigen Theorie der vulkanischen Thätigkeit näher bringen.

h) Die chemische und mineralogische Beschaffenheit des von dem Vulkan ausgeworfenen flüssigen, geschmolzenen Gesteins oder der Lava, mufs nothwendig von mannichfaltigen Umständen abhängen, zu deren Kenntnifs sich einem Beobachter nur wenig Gelegenheit darbieten wird. Ihren Hauptcharakter erhält sie durch die Masse, von welcher sie herstammt, mag diese Masse nun aus den Oxyden gewisser Erden und Alkalien, die erst durch das Hinzutreten des Wassers zu ihren metallischen Basen gebildet worden sind, oder aus flüssigen, erhitzten, durch andere Ursachen erzeugten Substanzen bestehen. Die Tiefe, aus welcher die Lava herstammt, liegt wahrscheinlich weit unter dem Gestein, welches in solchen Gegenden, wo die Lava ausbricht, unseren Beobachtungen zugänglich ist. Der Beobachter kann indefs untersuchen, ob zwischen der chemischen Zusammensetzung der von einem bestimmten Vulkan ausgeworfenen Lava und derjenigen Gesteine, die im Allgemeinen in dem Distrikt vorkommen, eine Beziehung stattfindet. Die Vulkane werfen Bruchstücke von solchen Gesteinen aus, die offenbar in der Umgegend vorkommen. So hat z. B. der Vesuv Bruchstücke desselben Gesteins ausgeworfen, welches die umliegenden Kalksteinberge bildet, so dafs die vulkanische Spalte wahrscheinlich die in der Tiefe fortsetzenden Gesteine jener Berge durchsetzt und hin und wieder Theile derselben losreifst. Das Auswerfen dieser Bruchstücke mufs plötzlich geschehen seyn, weil sie sonst in der gewöhnlichen Lavamasse geschmolzen seyn würden, wobei die Kohlensäure entweicht, die Kalkerde sich mit Kieselerde verbindet und die ganze Masse durch die Anwesenheit eines gröfseren Antheils von Kalkerde-Silicat flüssiger gemacht wird. Manche thonige Schiefer und solche Gesteine, die man Grauwacke nennt, können durch eine geringe Behandlung in unseren Oefen leicht in Bimsstein umgewandelt werden, so dafs wir die Ueberzeugung gewinnen, dafs der Bimsstein des alten Vulkandistrikts am Rhein durch Einwirkung der Hitze aus der in der Nähe anstehenden Grauwacke entstanden ist. Man darf jedoch nicht glauben, dafs aller Bimsstein auf diese Weise gebildet worden sey.

i) Es wäre wünschenswerth, dafs ein Beobachter von Lavaströmen verschiedenen Alters, die aus demselben Vulkan ausgeflossen sind, Proben sammelte, die für den allgemeinen Charakter bezeichnend sind, um zu sehen, ob sich in den respektiven Bestandtheilen derselben ein Unterschied zeigt, woraus man schliefsen könnte, dafs die Bedingungen zur Erzeugung der Lava seit dem ersten Ausbruche des Vulkans eine Aenderung erlitten hätten.

k) Wenn ältere vulkanische Konglomerate in der Umgebung eines Vulkans, der Bruchstücke von nicht vulkanischen Gesteinen ausgeworfen hat, vorkommen, so wäre es wünschenswerth, darauf zu achten, ob ähnliche Gesteinblöcke zahlreicher darin vorkommen, als in den Konglomeraten, welche sich jetzt um denselben Vulkan herum bilden; weil, wenn dies der Fall ist, eine Veränderung der Bedingungen, unter welchen solche Blöcke ausgeworfen wurden, stattgefunden hat. Wir begreifen leicht, dafs, wenn vulkanische Substanzen durch eine Oeffnung ausgeworfen werden, welche durch nicht-vulkanische Gesteine hindurchgeht, anfangs mehr nicht-vulkanische Gesteine ausgeworfen werden, als später, wenn die Oeffnung schon einigermafsen von den Widerstand leistenden Theilen gereinigt ist. Beobachtet man das Gegentheil, d. h., findet man keine Blöcke nicht-vulkanischer Gesteine in den älteren Konglomeraten eines Vulkans, während sie jetzt ausgeworfen werden, so mufs eine Veränderung der Bedingungen eingetreten seyn, obgleich durch andere Ursachen, als die oben als wahrscheinlich angegebenen, veranlafst.

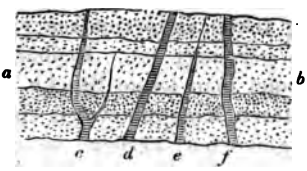
l) Die Entfernung, bis zu welcher Felsblöcke, Theile flüssiger Lava, Rapilli und Asche bei einer heftigen Eruption um den Vulkan verbreitet werden können, mufs aufgezeichnet werden, damit wir im Stande sind, die Beschaffenheit der daraus entstehenden Ablagerung zu würdigen, mag sie nun auf dem trockenen Lande, in Süfswasserseen oder im Meere stattfinden. Die leichteren Theile der Asche werden bekanntlich durch die atmosphärischen Strömungen in beträchtliche Entfernungen geführt. Es wäre nun wünschenswerth, die chemische Zusammensetzung solcher fein zertheilten vulkanischen Masse zu bestimmen, um jede Veränderung, die in oder durch sie bewirkt wird, wenn sie auf trockenes Land oder in Wasser fällt, richtig zu würdigen.

m) Die Dämpfe und Gasarten, welche aus den Solfataren (so genannt von der Solfatara bei Neapel) ausströmen,

müssen sorgfältig untersucht und die chemischen Produkte, welche durch Einwirkung derselben auf Lava, Rapilli und Asche entstehen, aufgezeichnet werden. Man kann die Solfataren in gewisser Beziehung als halb erloschene Vulkane betrachten. Da die in relativ geringer Menge erzeugten Dämpfe und Gase gewissermafen durch ein Sicherheitsventil mit Leichtigkeit entweichen können, so finden keine Explosionen stark comprimirter Gasarten statt und es können sich daher keine festen Substanzen, die durch solche Explosionen emporgeschleudert werden, um die Mündung des Ausweges in Gestalt eines Kegels mit einer trichterförmigen Vertiefung auf dem Gipfel und längs seiner Axe, anhäufen.

n) Wenn ein Beobachter das Innere vulkanischer Kegel untersucht, welches durch verschiedene Ursachen der Beobachtung zugänglich geworden ist, so wird er häufig Streifen von festem Gestein finden, welche die aus Rapilli, Asche und dergleichen bestehenden Schichten durchschneiden, wie in Fig. 61., wo *a b* einen horizontalen Durchschnitt von koni-

Fig. 61.



schen oder anderen Lagen von Rapilli u. s. w. darstellt, die von Streifen festen Gesteins, *c d e f*, durchsetzt werden. Diese Streifen von festem Gestein werden vulkanische Gänge (*dykes*) genannt, und sind das Resultat von Spalten in den Schichten *a b*, die durch Hebung und Zerreifsung während der Thätigkeit des Vulkans entstehen und mit flüssiger Lava ausgefüllt werden, die entweder in ihnen emporsteigt oder in sie hineingedrängt wird. Der Beobachter mufs die mineralogische Beschaffenheit dieser Lavaströme untersuchen und darauf achten, in wiefern dieselben elementaren Substanzen in Folge der verschiedenen Bedingungen, welchen sie ausgesetzt waren, in der Gangmasse auf eine andere Weise verbunden oder angeordnet sind, als in der Masse der gewöhnlichen Lavaströme des Vulkans. Er mufs ferner darauf achten, bis zu welcher Ausdehnung die Aschen- oder Rapillibänke in der Nähe der Gänge durch die Hitze der flüssigen Lava zu einer anderen Anordnung ihrer Theile, als sie früher zeig-

ten, genöthigt werden, und in welcher Lage sich ähnliche Theilchen in anderen, nicht unterbrochenen Stellen derselben Bänke befinden. Die auf diese Weise bewirkten Veränderungen sind oft höchst beachtungswerth.

XI. Erdbeben.

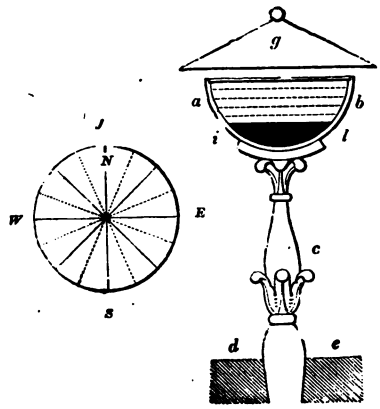
Die geologische Wichtigkeit der Erdbeben besteht in dem Erheben und Einsinken von Land, welches sie bewirken können, namentlich wenn dergleichen Erhebungen oder Einsenkungen an den Gestaden der Seen oder Meere oder quer durch ein Flufsgebiet geschehen, wodurch eine Veränderung in der physischen Gestaltung der Gegend entsteht. Sie erzeugen auch Spalten und Risse in der festen Erdoberfläche.

a) Die Gröfse des Flächenraums, welcher durch ein bestimmtes Erdbeben erschüttert wird, ist ein Gegenstand von grofser Wichtigkeit, indem es eines der Hauptelemente ist, die bei Untersuchungen über die Ursache der Erdbeben in Betrachtung gezogen werden müssen. Es leuchtet ein, dafs eine einzelne Person durch ihre Beobachtungen nicht im Stande ist, den durch ein Erdbeben erschütterten Flächenraum zu bestimmen, obgleich durch die vereinigten Beobachtungen Mehrerer Vieles erreicht werden kann. Es ist daher von Wichtigkeit, dafs verschiedene Beobachter ähnliche Reihen von Bemerkungen aufzeichnen, wenn Erdbeben sich unter Umständen ereignen, die sie in den Stand setzen, dies zu thun.

b) Erdbeben werden gewöhnlich auf gewissen Linien, bald nach der einen, bald nach der anderen Richtung empfunden. Es ist daher wünschenswerth, zu wissen, ob solche Linien Theile grofser Kurven sind und nur auf verhältnifsmäfsig kurze Strecken gerade erscheinen, oder ob sie, in Bezug auf eine bestimmte Richtung auf der Erdoberfläche, für eine grofse Strecke wirklich gerade sind. Dies kann nur durch die vereinten Beobachtungen mehrerer Personen entschieden werden. Herr *Babbage* hat ein einfaches, und wie uns scheint, sicheres Verfahren, um die Richtung eines Erdbebens zu bestimmen, vorgeschlagen. Man füllt nämlich ein passendes Glasgefäfs zum Theil mit Syrup oder einer anderen zähen Flüssigkeit, die durch eine Welle an zwei entgegengesetzten Seiten des Gefäfses anzeigt, wenn demselben eine Erschütterung der Erde mitgetheilt worden ist. Zieht man eine Linie durch die beiden höchsten einander ge-

genüberstehenden Punkte der Welle, so erhält man dadurch die Richtung des Stofses, welcher die Welle erzeugte *). Wenn Instrumente nach diesem Princip vollkommen gleich angefertigt würden, so könnten wir nicht nur über die Richtung, sondern auch über die Intensität der Erdbeben an verschiedenen Orten Belehrung erhalten. Es sey z. B. *a b* Fig. 62.

Fig. 62.



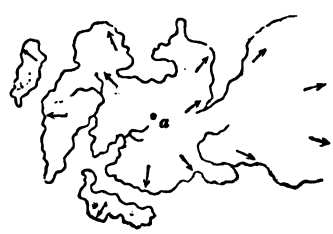
ein halbkugelförmiges irdenes oder gläsernes Gefäfs von bestimmter Gröfse, das bis zu der Linie *i l* mit Theriak oder einer anderen Substanz, die man für den beabsichtigten Zweck am passendsten hält, gefüllt ist. Man ziehe nun im Inneren des Gefäfses, von dem Theriak bis zum Rande, in

*) *Babbage*, on the Economy of machinery and manufactures. 2nd. Edit. pg. 58. Zweckmäfsiger ist wohl eine von H. *Cacciatore* in Palermo erfundene Vorrichtung zur Bestimmung der Erdbeben, die er Seismometer oder Sismograph nennt. Es ist dies ein flaches, kreisrundes Becken von etwa 10 Zoll im Durchmesser, dessen Seitenwände, in gleicher Höhe und in gleichen Abständen, von acht Löchern durchbohrt sind. Auf der Aufsenseite umgiebt dasselbe ein ringförmiger Wulst, welcher von eben so vielen Rinnen, die den Löchern entsprechen, durchfurcht ist. Das Ganze ruht auf einer massiven Scheibe, welche zugleich acht kleine Becher trägt, die den Rinnen untergestellt werden. Man gieſst nun jenes Becken voll Quecksilber, orientirt es mit seinen acht Löchern nach den Weltgegenden und stellt es an einem, vor zufälligen Erschütterungen gesicherten Orte auf. — *F. Hoffmann*, Verhältnisse der in den letzten vierzig Jahren zu Palermo beobachteten Erdstöfse, in Bezug auf ihre Richtung, Vertheilung nach den Jahreszeiten, und fragliche Einwirkung auf den Barometerstand, in *Poggendorff*'s Annalen der Physik und Chemie. Bd. 24. St. 1. Jahrg. 1832. pg. 62., wo sich auch eine Abbildung des Seismometers findet. A. d. U.

gleichen Abständen von einander horizontale Linien, stelle es auf ein senkrechtes Fufsgestell *c*, und befestige das Ganze in dem Boden *d e* eines Hofes oder Gartens, wo es vor zufälligen Erschütterungen oder vor dem Einsturz von Gebäuden während eines Erdbebens gesichert ist. Um das Innere des Gefäfses rein und frei von Insekten zu erhalten, bedecke man es mit einem kreisrunden, genau schliefsenden Glasdeckel, auf welchem, wie in *f* Fig. 62., die Weltgegenden, Norden, Süden u. s. w. genau durch Linien bezeichnet sind, wodurch man, wenn die Nord- und Südlinie genau nach dem wahren (nicht dem magnetischen) Norden orientirt wird, ohne das Gefäfs zu berühren, die Richtung der durch den Erdstofs erzeugten Welle sogleich erkennen kann. An solchen Orten, wo das Gefäfs nicht hinreichend vor dem Wetter geschützt ist, mufs man es mit einem konischen Dache, *g*, versehen. Solche Instrumente würden nur wenig kosten und könnten in den von Erdbeben heimgesuchten Ländern vielfach angewendet werden. Vermittelst derselben würden wir nicht nur über die Richtung der Erdstöfse, sondern auch insofern wenigstens über ihre Intensität Aufklärung erhalten, als eine gröfsere oder geringere schwankende Bewegung der Erde die zähe Flüssigkeit in dem Gefäfse mehr oder weniger hebt.

c) Nehmen wir an, das obige Instrument, oder irgend ein anderes zu ähnlichen Zwecken angefertigtes, wären in zahlreichen Exemplaren verbreitet, so könnten wir dadurch erfahren, ob, wie in Fig. 63., es in einem Lande einen Punkt *a*

Fig. 63.



giebt, von dem die verschiedenen Stöfse radienartig ausgehen und mit der Entfernung von dem Mittelpunkte *a* an Intensität abnehmen, oder ob sie, wie in Fig. 64., einer be-

Fig. 64.

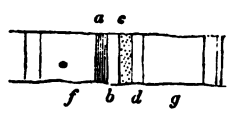
stimmten Richtung, *a b*, folgen. Im ersten Falle würden wir einen Mittelpunkt der Erschütterungen haben, um den daher die Ursache des Erdbebens Schwingungen erzeugte. In dem zweiten Falle wüfsten wir nicht, dafs irgend ein Theil der Erdoberfläche so afficirt worden wäre, dafs von einem Mittelpunkte der Oberfläche aus sich Schwingungen nach allen Seiten verbreitet hätten. Die Schwingung hat sich vielleicht blos längs einer früheren grofsen Spalte in der Erdrinde verbreitet, wo die, tief unter der Oberfläche befindliche, von unten nach oben wirkende Kraft, wegen des verhältnifsmäfsig geringeren Widerstandes in dieser als in anderen Richtungen, leichter Schwingungen zu erzeugen vermag, als in Theilen der Erdoberfläche, die nicht so zerspalten sind. Da es nicht unser Zweck ist, dem Beobachter besondere Theorieen aufzudringen, so müssen wir in Betreff der Erdbeben auf die geologischen Lehrbücher verweisen und es Jedem überlassen, diejenige Theorie anzunehmen, welche ihm als die wahrscheinlichste erscheint. Er wird vielleicht zu dem Schlusse kommen, dafs die Schwingungen der Erdoberfläche, welche gewöhnlich Erdbeben genannt werden, mehr als einer Ursache zuzuschreiben sind. Ist dies richtig, so wird er eine Verschiedenheit in den erzeugten Wirkungen zu finden erwarten und folglich sich nach detaillirten Beobachtungen umsehen, die mit den besten, uns zu Gebote stehenden Mitteln angestellt worden sind, und die, wenn sie später geordnet und richtig gewürdigt werden, endlich zu der verlangten Kenntnifs führen können.

d) Mögen die Erdbeben entstehen, wodurch sie wollen, die durch sie erzeugten Schwingungen werden durch die Beschaffenheit der Massen, durch welche sie hindurchgehen, modificirt und gestört. Ein Beobachter mufs daher in den Distrikten, welche durch Erdbeben erschüttert werden, seine Aufmerksamkeit auf die Dichtigkeit oder andere Eigenschaf-

ten der Gesteine richten. Eine Kraft, die mit bestimmter Intensität wirkt, kann in Gesteinen von verschiedener Struktur sehr verschiedene Schwingungen erzeugen, und die Kraft mag in manchen Fällen gerade hinreichend seyn, um Schwingungen in dem einen Gestein hervorzubringen, während sie es in einem anderen nicht vermag. Da indefs die Wirkungen dieser Ursache sehr von der relativen Stellung der Gesteine abhängen, so mufs der Beobachter grofse Sorgfalt auf diesen Gegenstand verwenden. Gesteine, die horizontal über einander liegen, pflanzen vielleicht die Schwingungen, welche durch die Einwirkung einer bestimmten Kraft entstehen, leichter fort, als wenn dieselben Gesteine in senkrechter Stellung befindlich sind und dieselbe Kraft auf sie einwirkt, weil in letzterem Falle der Widerstand wahrscheinlich gröfser seyn würde, als im ersteren. Wenn z. B. *a*, *b*, *c*, *d* in Fig. 65. vier, horizontal auf einander liegende Gesteine dar-

Fig. 65.

Fig. 66.



stellen, auf die von der Seite her bei *e* eine Kraft einwirkt, so würde sich den Schwingungen daselbst weniger Widerstand entgegensetzen, als wenn dieselben Gesteine vertikal neben einander stehen und von anderen Gesteinen *f*, *g*, Fig. 66., eingeschlossen werden, und dieselbe Kraft von der Seite, in der Richtung der Augen des Lesers, auf sie wirkt.

Der Beobachter mufs nachzuweisen suchen, ob zwischen der allgemeinen Richtung der Bergketten und der Richtung der Erdbeben, so wie zwischen den vorherrschenden Erschütterungen und dem allgemeinen Streichen der Schichten in einem Distrikt, wenn dieselben auch nicht zu Bergketten erhoben worden sind, irgend ein Zusammenhang stattfindet. Er mufs sich jedoch dabei erinnern, dafs das allgemeine Streichen einer Gesteinmasse, die einen Theil der Erdoberfläche bildet, durch neuere Ablagerungen verdeckt seyn kann, und er sollte sich zu überzeugen suchen, ob es wahrscheinlich ist, dafs solche ältere Gesteine sich in Linien unter den neueren Ablagerungen hin erstrecken. Denn wenn die Streichungslinien in geschichteten Gesteinen auf die Richtung der Erschütterungen bei einem Erdbeben Einflufs haben

können, und die Ursache des Erdbebens von unten her wirkt, so wird zuerst das Streichen der untersten Gesteine diesen Einfluſs ausüben und die in den oberen Schichten erzeugten Schwingungen modificiren. Es sey *a b* in Fig. 67. ein ge-

Fig. 67.

schichtetes Gestein, etwa Grauwacke, welches von Osten nach Westen streicht und in einer muldenförmigen Vertiefung andere Gesteine, *c i*, *d h*, *e g* und *f*, so eingelagert enthält, daſs sie in einem vertikalen Durchschnitte so erscheinen würden, wie es Fig. 68. darstellt, wo dieselben Gesteine

Fig. 68.

durch dieselben Buchstaben, wie in dem horizontalen Plan Fig. 67., bezeichnet werden. Das Ausgehende oder das Erscheinen der Schichten an der Oberfläche und die Streichungslinie der Gesteinschichten *c i*, *d h*, *e g* und *f* gehe fast von N. N. O. nach S. S. W. Haben nun die Stöſse eines Erdbebens an irgend einer Stelle der Gesteine *c i*, *d h*, *e g* und *f* die Richtung von Osten nach Westen, so darf man nicht zu schnell schlieſsen, daſs sie nicht durch die Richtung der unteren Schichten afficirt werden, weil die oberen Schichten von N. N. O. nach S. S. W. streichen; denn in diesem Falle würden die Stöſse, wenn das Streichen der unteren Gesteine Einfluſs auf sie ausübt, mit dem Streichen der Gesteine *a b* zusammentreffen, weil diese zuerst von ihnen betroffen werden.

e) Wenn man, nach einem Erdbeben, Gründe hat, anzunehmen, daſs durch die Erschütterungen desselben das Land gehoben oder gesunken ist, so sollte man die gröſste Sorgfalt anwenden, um sich über die Gröſse der Erhebung oder Einsenkung Gewiſsheit zu verschaffen. Den bequemsten und sichersten Vergleichungspunkt für diesen Zweck bietet

der allgemeine Meeresspiegel dar. Zur Hervorbringung irgend einer grofsen Veränderung im Meere, welche das Niveau desselben verändern könnte, würde die Hebung oder Senkung einer so grofsen Masse fester Substanzen unter dem Ocean erforderlich seyn, dafs der Ausdruck „Erdbeben," im gewöhnlichen Sinne, auf die Ausübung einer solchen unterirdischen Kraft, mag ihre Ursache seyn, welche sie will, nicht angewendet werden könnte.

Ein Beobachter mufs mit der gröfsten Sorgfalt jede durch ein Erdbeben verursachte Erhebung oder Senkung vor oder nach dem Ereignisse mit dem Niveau des Meeres vergleichen; der Unterschied zwischen beiden Beobachtungen wäre das wahre Mafs für die Erhebung oder Senkung, je nachdem das Eine oder das Andere stattgefunden hätte. Wenn man die gehörige Aufmerksamkeit und Genauigkeit in dieser Beziehung anwendet und die veränderliche Höhe der Ebbe und Fluth, wo sie vorkommen, so wie den Einfluſs lokaler Winde auf den höheren oder niederen Meeresstand zur Zeit der Beobachtung, gehörig erwägt, so ist es wahrscheinlich, dafs die durch Erdbeben entstandene Hebung oder Senkung des Landes bald gröfser und bald kleiner gefunden werden, als die Messungen oftmals ergeben.

Es ist nothwendigerweise schwierig, im Binnenlande eine solche Hebung oder Senkung nachzuweisen, wenn nicht in dem Lande die absolute Höhe vieler Punkte mit Genauigkeit bestimmt ist, indem sich aus einer Veränderung in ihrer relativen Höhe die Gröfse der durch ein Erdbeben verursachten Erhebung oder Senkung ergeben würde. Es giebt indefs wohl kaum ein Land, dessen Höhen mit solcher Genauigkeit gemessen wären, dafs sie für diesen Zweck brauchbare Data geben könnten; obgleich allerdings in einigen Ländern gewisse Punkte höchst genau bestimmt zu seyn scheinen. Wenn indefs, wie es gewöhnlich geschieht, das allgemeine Flufsgebiet eines Landes sich erhebt, so würden Beobachtungen über die Geschwindigkeit der Flüsse von Wichtigkeit seyn, wenn die frühere Geschwindigkeit bekannt ist, was zuweilen da der Fall ist, wo Mühlenwehre oder andere Hindernisse den Flufs durchsetzen und wo daher jede Veränderung, die ein gröfseres oder geringeres Gefälle in dem Flusse erzeugt, bald entdeckt wird. Es ist äufserst wünschenswerth, genaue Nachricht über diesen Gegenstand zu erhalten, denn bis jetzt beruhen die Berechnungen, welche einen Begriff geben sollen von dem Kubikinhalte gehobener

oder eingesunkener Landmassen, nicht auf solche Data, wie es wohl zu wünschen wäre. Sie können gröfser oder kleiner gewesen seyn, als der berechnete Werth.

f) Obgleich es im Allgemeinen äufserst schwierig seyn würde, zu bestimmen, wie tief eine gegebene Küstenstrecke durch eine Reihenfolge von Erdbeben unter den Meeresspiegel hinabgedrückt worden ist, wenn nicht genügende historische Dokumente darüber existiren, so kann ein Beobachter doch auf die Höhe schliefsen, bis zu welcher eine Küste durch Erdbeben gehoben worden ist, wenn er an einer Küste, deren Hebung durch Erdbeben bekannt ist, in mehreren Linien über einander die Spuren eines ehmaligen Strandes findet. Man mufs hierbei jedoch auch andere Ursachen, welche die beobachteten Wirkungen hervorgebracht haben können, gehörig beachten.

g) In Fällen, wo man glaubt, dafs der Boden des Meeres durch ein Erdbeben gehoben worden, und ein benachbarter Vulkan zu derselben Zeit in Thätigkeit gewesen ist, mufs ein Beobachter zu ermitteln suchen, ob eine beträchtliche Menge Asche und Rapilli an der Stelle ins Meer gefallen ist, wo der Boden als gehoben betrachtet wird. Auch mufs er seine Aufmerksamkeit auf das Meeresniveau an der benachbarten Meeresküste richten. Findet keine relative Veränderung in dem Meeresstande an der Küste statt und ist eine beträchtliche Menge Asche und Rapilli an der angeblich gehobenen Stelle niedergefallen, so beruht die angenommene Erhebung wahrscheinlich auf Täuschung. Auch an Küsten, wo keine vulkanische Massen niedergefallen sind, mufs man die Zunahme gehörig beachten, welche der Strand an günstig gelegenen Punkten durch die grofsen Wellen erhält, die sich während der Erdbeben mit grofser Gewalt an den Küsten brechen. Diese häufen an solchen Stellen eine grofse Masse von Detritus auf und zwar nach demselben Prinzip, wonach die Wellen bei einem starken Sturme gröfsere Bänke vor einem niedrigen Lande aufwerfen, als bei einem mäfsigen Winde. Auch die wahrscheinliche Anhäufung von lebenden Mollusken, Korallen u. s. w. durch solche Brandungen, die durch Wellen hervorgebracht werden, welche den Sand und Schlamm aufwühlen, Theile von Korallen und Seetang losreifsen und sie nach demselben Prinzip an der Küste aufhäufen, wie dies von schwächeren Brandungen und Wellen während eines mäfsigen Windes geschieht, mufs beachtet werden. Wir wünschen den Beobachter aufmerksam zu machen, bei zweifel-

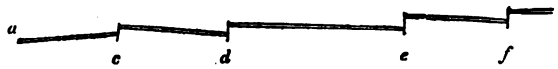
haften Umständen auf seiner Hut zu seyn, damit er nicht die bloſse Vermehrung der Höhe eines bestimmten Strandes oder einer langen Strecke lebender Mollusken u. s. w. bei dem Mangel besserer Beweise für hinreichend hält, um daraus auf eine Erhebung des Landes an einer besonderen Stelle durch ein Erdbeben zu schlieſsen.

h) Es ist kaum zu erwarten, daſs, während solcher Erdbeben, wo Risse und Spalten in der Erde entstehen, ein Beobachter, mitten unter den ihn umgebenden Gefahren, im Stande seyn sollte, seine Aufmerksamkeit auf die, jenen Rissen und Spalten entströmenden Gase oder Dämpfe zu richten. Er wird indeſs doch wohl besondere Gerüche, die aus den Spalten hervordringen, so wie das Erscheinen von Flammen wahrnehmen können. Letzteres ist zuweilen behauptet worden und wenn es nicht Täuschung gewesen ist, so wäre es wünschenswerth, solche Angaben über diesen Gegenstand zu besitzen, die zu einer Kenntniſs der Ursache desselben führen können. Die Gröſse der durch ein Erdbeben verursachten Verschiebungen der Gesteine muſs sorgfältig aufgezeichnet und genau bestimmt werden, um wieviel Fuſs eine Seite einer Spalte über die andere erhoben oder unter sie hinabgesunken ist, wobei zu beachten ist, ob eine solche relative Veränderung in dem Niveau der Gesteine zu beiden Seiten durch eine allgemeine Erhebung oder Senkung des umliegenden Landes hervorgebracht ist. Es ist höchst wünschenswerth, daſs alle solche Veränderungen genau gemessen und die Resultate verzeichnet und nicht blos durch die Worte: „ungeheuer!" „erstaunlich!" und ähnliche, bezeichnet werden, wenn vielleicht eine Niveau-Veränderung in den beiden Seiten einer Spalte entstanden ist, die nicht mehr als vier bis zehn Fuſs beträgt. Wir können hier nicht umhin, die Hoffnung auszusprechen, dergleichen Ausdrücke aus geologischen Beschreibungen verschwinden zu sehen, da sich kein bestimmter Begriff von Höhe, Tiefe und Entfernung damit verbinden läſst, und sie nur zu unbestimmten und in den meisten Fällen übertriebenen Vorstellungen von Dingen führen, die mit Leichtigkeit gemessen werden können. Wir maſsen einst einen „bodenlosen Abgrund" und erreichten seinen Grund mit einer neunzig Fuſs langen Schnur, und haben „ungeheure Verschiebungen" gesehen, die so unbedeutend waren, daſs man sie kaum bemerkte!

i) Bei den durch Erdbeben entstandenen Spalten oder erhobenen Rücken muſs man die Richtung derselben sorgfältig

beachten, und ihre Länge und Breite so genau als möglich angeben, so wie, ob sie unter einander parallel sind, oder, von einem Mittelpunkte aus, strahlenförmig sich verbreiten, und ob, im Falle des Parallelismus, die Verwerfungen in der Weise stattgefunden haben, wie es der ideale Durchschnitt Fig. 69. darstellt, wo die Oberfläche eines fast horizontalen Lan-

Fig. 69.



des, *a b*, in parallelen Linien *c*, *d*, *e*, *f*, so verschoben ist, dafs drei Rücken und drei Senkungen enstanden sind. Alle Veränderungen, ihre wahrscheinlichen Folgen für die physische Gestaltung eines Landes, mag dasselbe nun gehoben, eingesunken, oder auf andere Weise durch die Wirkungen eines Erdbebens umgestaltet seyn, müssen aufgezeichnet, und wo es möglich ist, in Zahlenwerthen ausgedrückt werden, um einen richtigen Begriff von den stattgehabten Veränderungen zu geben. Statt uns daher zu erzählen, dafs der Lauf eines Flusses durch ein Erdbeben gehemmt worden, dafs dadurch ein See entstanden sey und dafs dieser, wenn er seinen Damm durchbreche, Thäler aushöhlen werde u. s. w., sollte man uns vielmehr benachrichtigen, ob der Flufs durch das Herabfallen loser Felsblöcke oder anderer Massen in eine Schlucht, oder an anderen Orten, wo dergleichen Wirkungen hervorgebracht werden können, oder dadurch aufgehalten worden sey, dafs durch ein Erdbeben ein Theil des Landes gehoben und das Wasser des Flusses aufgestaut wurde. In beiden Fällen müssen die Höhe, Breite und Bestandtheile des Dammes angegeben werden. Wenn durch die Hemmung eines Flufslaufes Wasseransammlungen entstehen, so mufs die Länge, Breite und Tiefe, und folglich die Wassermasse derselben, genau bestimmt werden, so dafs, wenn man annimmt, dafs der „Durchbruch" solcher Seen Thäler aushöhlen könne, wir im Stande sind, zu beurtheilen, auf welche Weise die Gewässer sich einen Ausweg bahnen und welche Folgen daraus entstehen könnten.

XII. Allmäliges Emporsteigen oder Versinken grosser Landstriche ohne Erderschütterungen oder andere plötzliche Bewegungen der Erdoberfläche.

Seit länger als einem Jahrhundert hat man an einigen Theilen der, von der Ostsee bespülten schwedischen Küste, eine allmälige Aenderung der relativen Stellung von Land und Meer wahrgenommen, und *Leopold von Buch* *) hat schon vor längerer Zeit dargethan, dafs die Oberfläche von Schweden uud Finnland, von Friedrichshall bis Abo, sich allmälig in die Höhe hebe und dafs diese Erhebung sich wahrscheinlich bis Russland erstrecke. Seit Kurzem hat man diesem wichtigen Gegenstande diejenige Aufmerksamkeit gewidmet, welche er verdient, und es ist jetzt erwiesen, dafs die Erhebung ungleich erfolgt, indem sie bedeutender im Norden ist, als im Süden, und zwar beträgt sie in dem nördlichen Theile des Bothnischen Meerbusens vier Fufs in hundert Jahren, während sie an den Inseln Oeland und Gothland nicht wahrzunehmen ist.

a) Wenn eine solche Erhebung eines Landes vermuthet wird, so sollten die Beobachtungen zur Feststellung dieser Thatsache mit grofser Sorgfalt und mit gehöriger Rücksicht auf diejenigen Lokalumstände, welche Einfluſs auf sie haben können, angestellt werden. Zuerst müssen natürlich an Klippen oder anderen stationairen Gegenständen geeignete Zeichen gemacht werden, welche die Höhe des Meeresspiegels an der Küste zu einer bestimmten Zeit angeben. Die Fixirung eines solchen Niveaus ist jedoch mit beträchtlichen Schwierigkeiten verbunden, namentlich in Meeren, welche Fluth und Ebbe haben. Selbst wenn die Fluth so eintritt, dafs sich ihre mittlere Höhe an einem gegebenen Orte bestimmen läfst, so wird es wohl kaum jemals vorkommen, dafs ihre Höhe nicht durch den Druck der Atmosphäre und durch den, auf eine beträchtliche Strecke um den Beobachtungsort allgemein herrschenden Wind modificirt würde. Wenn einige Zeit ein heftiger Wind vom Meere her gegen die Küste (ein Seewind) geweht hat, so geschieht es häufig, dafs das Hochwasser länger als gewöhnlich in den Häfen zurückgehalten wird, und dafs die Fluth zwei bis drei Fufs

*) *Leopold von Buch*, Reise durch Norwegen und Lappland. Th. II. pg. 389. ff.

höher steigt, als es ohne den anhaltenden Wind der Fall gewesen seyn würde. Weht dagegen ein starker Wind anhaltend von der Küste nach dem Meere zu (ein Landwind), so tritt der umgekehrte Fall ein, und was hier hinsichtlich der Fluth gesagt ist, gilt eben so auch für die Ebbe. Diese Wirkungen werden wieder modificirt durch die jedesmalige Beschaffenheit der Fluth, indem sehr viel darauf ankommt, ob es Springfluth oder Nippfluth ist *).

b) In fluthlosen Meeren, zu welchen man gewöhnlich, obwohl nicht ganz mit Recht, die Ostsee und das mittelländische Meer zu rechnen pflegt, sind ähnliche Vorsichtsmafsregeln nöthig in Bezug auf den Druck der Atmosphäre und die Beschaffenheit des Windes während einer Beobachtung, indem sonst sehr erhebliche Fehler gemacht werden können. Es ist bekannt, dafs das Baltische Meer bei einem heftigen und anhaltenden Nordwestwinde wenigstens um zwei Fufs steigt; das Kaspische Meer steht, jenachdem ein starker Nord- oder Südwind herrscht, an dem einen oder dem anderen Ende höher; eben so hängt die Höhe des Meeresstandes in den Häfen des mittelländischen Meeres sehr von dem jedesmaligen Winde ab.

c) Indem wir die vorstehenden Quellen von Irrthümern anführen, ist es keinesweges unsere Absicht, irgend einen Zweifel zu erheben gegen die Wahrscheinlichkeit eines langsamen Emporsteigens oder Versinkens von Land, welches jetzt an verschiedenen Punkten der Erdoberfläche stattfindet; wir glauben im Gegentheil, dafs diese Erscheinung häufiger ist, als man bisher angenommen hat, und wir haben wiederholt unsere Meinung darüber ausgesprochen, dafs solche allmälige Erhebungen und Einsenkungen des festen Theiles der Erdoberfläche nothwendig sind, um manche geologische Erscheinungen, sowohl in den älteren, als neueren, versteinerungsführenden Gesteinen zu erklären **). Wir wünschen blos bei Untersuchung eines Ortes oder einer Küstenlinie die

---

*) Die Fluthhöhe ist an demselben Orte nicht immer gleich. An den Tagen um den Neu- und Vollmond treten höhere Fluthen und tiefere Ebben ein, als gewöhnlich. Diese höheren Fluthen heifsen Springfluthen (*springtides*, *vives eaux*). Um die Zeit der Mondsviertel dagegen steigt die Fluth weniger und die Ebbe sinkt weniger, als sonst. Dies sind die Nippfluthen (*neaptides*, *mortes eaux*). A. d. U.

**) Siehe: *De la Beche*, geological Manual. 3th. Edit. und Researches in theoretical Geology. p. 161.

Aufmerksamkeit auf gewisse nothwendige Vorsichtsmafsregeln zu lenken, damit man sich zuerst Gewifsheit zu verschaffen sucht über das Emporheben oder Versinken irgend einer Gegend oder einer Küste, und dafs man, wenn das Eine oder das Andere der Fall ist, sich nicht täuscht über die Gröfse der Erhebung oder Einsenkung, die stattfindet oder stattgefunden haben soll.

XIII. Temperatur der Erde.

Wir begreifen hierunter Beobachtungen über die Temperatur der Gesteine u. s. w. in Bergwerken, über die Temperatur der Meere, der Seen, Artesischen Brunnen und Quellen. Wir wollen dem Beobachter keine besondere Theorieen aufdringen, sondern es ihm überlassen, diejenige anzunehmen, von welcher er glaubt, dafs sie mit den von ihm beobachteten Erscheinungen am besten übereinstimme.

a) Bei den Beobachtungen dieser Art ist es ein wesentliches Erfordernifs, dafs die angewendeten Thermometer von der möglich besten Konstruktion sind, denn es ist nicht hinreichend, dafs sie auf die gewöhnliche Weise graduirt sind, indem der Gefrierpunkt und der Siedepunkt des Wassers bei einem gewissen Barometerstande bestimmt und nun der Zwischenraum zwischen beiden Punkten, der angenommenen Skale gemäfs, in eine gewisse Anzahl gleicher Theile getheilt wird, sondern mehrere Punkte der Graduirung müssen sorgfältig mit einem Normal-Thermometer, das mit der erforderlichen Genauigkeit angefertigt worden ist, verglichen werden *). Bei feinen Beobachtungen dieser Art mufs man auf das Alter des Thermometers Rücksicht nehmen, da man gefunden hat, dafs bei Quecksilber-Thermometern der Gefrierpunkt nach der Graduirung allmälig höher hinaufsteigt, und da dies vorzüglich geschieht, nachdem die Röhre zugeschmolzen ist, so hat man empfohlen, das Thermometer erst einige Monate nach dem Zuschmelzen zu graduiren.

---

*) Ueber die Anfertigung und Berichtigung von Thermometern sehe man: *Egen*, Untersuchungen über das Thermometer; in *Poggendorff*'s Ann. d. Phys. u. Chemie. Bd. 11. pg. 276. u. ff. — *Bessel*, Methode, die Thermometer zu berichtigen; in *Poggendorff*'s Ann. d. Phys. u. Chemie. Bd. 6. pg. 287.

b) Bei Beobachtungen der Luft oder des Wassers in Bergwerken oder in Kohlengruben giebt es so zahlreiche Veranlassungen zu Irrthümern, die selbst dann auf jene Beobachtungen Einfluſs haben können, wenn dieselben von erfahrenen Männern angestellt werden, daſs unmittelbare Beobachtungen, wenn es irgend thunlich ist, immer vorzuziehen sind. Man muſs natürlich die gröſste Sorgfalt anwenden, um sowohl bei den Instrumenten, als bei anderen angewandten Mitteln, alle Quellen von Irrthümern zu vermeiden. *Cordier*, welcher diesem Gegenstande groſse Aufmerksamkeit gewidmet hat, verfuhr bei seinen Beobachtungen der Temperatur der Gesteine in den Kohlengruben Frankreichs folgendermaſsen *): Das Thermometer wurde siebenfach mit Seidenpapier lose auf eine solche Weise umwickelt, daſs das Papier unter der Kugel geschlossen war und dann dasselbe unterhalb des oberen Endes zugebunden, so daſs die Röhre des Instruments so weit herausgezogen werden konnte, als zur Beobachtung der Skale nöthig war, ohne daſs man die Berührung der Luft zu befürchten brauchte. Das Ganze wurde dann, von einer Blechkapsel umschlossen, in ein Loch gesteckt, das vier und zwanzig bis sechs und zwanzig Zoll tief, ein und einen halben Zoll breit und unter einem Winkel von etwa 10° bis 15° geneigt war, so daſs die einmal in das Loch eingedrungene Luft nicht erneuert werden konnte, indem sie kälter und folglich auch schwerer wurde, als die Luft der Strecken. Um das Thermometer so nahe als möglich auf die Temperatur des Gesteins zu bringen, wurde es eine Zeit lang in frisch abgeschlagenes Kohlengeröll gesteckt und dann, ehe man es in das Loch hineinsenkte, einige Augenblicke an die Mündung desselben gehalten, worauf diese mit einem dichten Papierstöpsel verschlossen wurde. Das Thermometer blieb meistentheils etwa eine Stunde in dem Loche.

Man hat auch in Löchern, die etwa drei Fuſs, oder noch tiefer, in das Grubengestein gebohrt wurden, die Temperaturbeobachtungen längere Zeit hindurch, etwa ein Jahr, fortgesetzt. Aus den Beobachtungen, welche bis jetzt über die Temperatur der Gesteine in Bergwerken und selbst über die der Luft und des Wassers an solchen Stellen angestellt worden sind, ergiebt sich, daſs, ohne die möglichen Irrthümer

*) *Cordier*, Mémoires de l'Acad. roy. des sciences de Paris. T. VII. pg. 473. — *Poggendorff*, Annalen der Physik u. Chemie, Bd. 13. pg. 363. A. d. U.

zu berücksichtigen, von dem Punkte an, wo die an der Oberfläche stattfindenden Temperaturveränderungen nicht mehr empfunden werden, nach der Tiefe die Temperatur zunimmt. Es ist wohl kaum nöthig zu erwähnen, dafs die Beobachtungen im Gestein in verschiedenen Tiefen angestellt werden müssen und zwar an solchen Stellen, die, so wenig als möglich, dem Einflusse der Wärme ausgesetzt sind, die durch die Gegenwart der Bergleute, mit ihren Grubenlichtern, durch Pulversprengungen oder durch eine Vermischung von Schwefelkies, Wasser und Schieferthon erzeugt wird *).

c) Beobachtungen über die Temperatur des Meeres in

---

*) Für die Bestimmung der Temperatur im Innern der Erde hat Herr Doctor *Magnus* in Berlin ein sehr zweckmäfsiges, von ihm Erdthermometer (Geothermometer) genanntes Instrument vorgeschlagen. Abbildung und Beschreibung desselben, so wie die mit demselben in einem Bohrloche zu Rüdersdorf angestellten Beobachtungen finden sich in *Poggendorff*'s Annalen der Physik und Chemie, Bd. XX. pg. 136. Es besteht aus einem gewöhnlichen Thermometer, das oben in eine offene, horizontal gebogene, sehr feine Spitze ausgezogen ist. Die Röhre hat einen ziemlich weiten inneren Durchmesser und der daran geblasene Behälter ist so grofs, dafs jeder Grad der *Reaumur*'schen Skale 0,5 Zoll beträgt. Es ist so getheilt, dafs sowohl der Nullpunkt desselben, als der höchste Punkt, den es angiebt, so wie jeder dazwischenliegende Punkt, den gleichnamigen Punkten irgend einer der bekannten Thermometerskalen entsprechen, so dafs, wenn man dies Instrument mit einem nach derselben Skale getheilten in dieselbe Temperatur bringt, beide dieselbe Anzahl von Graden zeigen. Erwärmt man nun das Instrument bis zu einer Temperatur, die höher ist, als der höchste Punkt, den das Thermometer angiebt, so wird ein Theil des in ihm enthaltenen Quecksilbers ausfliefsen, und bringt man es dann wieder in eine und dieselbe Temperatur mit dem nach derselben Skale getheilten Thermometer, so wird es nicht mehr dieselbe, sondern eine geringere Anzahl von Graden zeigen. Aus der Differenz zwischen dem Stande, den es wirklich hat und demjenigen, den es haben sollte, und der von dem anderen, mit ihm verglichenen Thermometer angezeigt wird, ergiebt sich die Temperatur, bis zu der es erwärmt gewesen ist. Wenn zuviel Quecksilber herausgetreten ist, und man will neues hineinfüllen, so legt man das Instrument horizontal, pafst auf die, dann vertikal stehende Spitze einen kleinen Trichter, in den man einige Tropfen reines und vollkommen trockenes Quecksilber giefst, und erwärmt die Kugel, bis die ganze Röhre mit Quecksilber gefüllt ist; läfst man sie alsdann wieder erkalten, so folgt das Quecksilber aus dem Trichter dem in der Röhre befindlichen bei der Zusammenziehung. Herr Doctor *Magnus* bedient sich eines gewöhnlichen Korks als Trichter, der oben so vertieft ist, dafs er einige Tropfen Quecksilber fafst und unten eine kleine Oeffnung hat, mit der er auf die Spitze des Thermometers aufgepafst wird.
A. d. U.

Es möchte hier vielleicht nicht am unrechten Orte seyn, das einfache Verfahren anzuführen, welches *Boussingault* anwandte,

verschiedenen Tiefen können meistentheils mit einem sogenannten Registerthermometer angestellt werden, welches aus einem Quecksilber- und einem Weingeistthermometer besteht, die beide in horizontaler Lage so unter einander befestigt sind, dafs die Spitze des einen der Kugel des anderen gegenübersteht. In ersterem liegt vor dem Quecksilber ein kleines Stückchen von blau angelaufenem Stahldrath, das die Röhre beinahe füllt und bei der Ausdehnung des Quecksilbers vorgeschoben, bei dem Zusammenziehen desselben aber zurückgelassen wird, also mit der dem Quecksilber zugekehrten Fläche die höchste Temperatur anzeigt. In dem Weingeistthermometer befindet sich vor dem Weingeist ein, die Röhre beinah füllendes, blaues Glasstückchen, das an jedem Ende mit einem Knöpfchen versehen ist, und über das der Weingeist bei der Ausdehnung hinweggeht, beim Zurückziehen aber es mit sich nimmt, weil die Kohäsion an der Oberfläche sehr bedeutend ist. Man erhält also auf diese Weise die niedrigste Temperatur. Die Skalen der beiden Thermometer müssen natürlich verschieden seyn, da die Ausdehnung der Flüssigkeiten bei gleichen Wärmegraden nicht dieselbe ist. Nach jeder Beobachtung mufs man die kleinen Stahl- und Glasstückchen durch leichtes Anschlagen wieder auf die Oberfläche der Flüssigkeiten zurückbringen. Senkt man ein solches Thermometer in horizontaler Lage in das Meer hinab, so zeigt es nach dem Heraufziehen die Extreme der Temperatur, welchen es ausgesetzt war, nachdem es die Oberfläche verlassen hatte. Beobachtungen, welche mit diesem Instrumente in bedeutender Tiefe angestellt werden, sind unsicher, wenn man nicht auch an verschiedenen Punkten zwischen der Oberfläche und dem tiefsten Punkte die Temperatur zu bestimmen sucht, indem an diesen Punkten Temperaturveränderungen stattfinden kön-

---

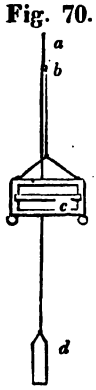
um die mittlere Temperatur eines Ortes unter den Tropen zu bestimmen, ohne dafs lange Reihen von Beobachtungen deshalb erfordert würden. Er grub nämlich an einem bedeckten Orte ein Loch in die Erde, das 1 Fufs Tiefe und 0,5 Zoll im Durchmesser hatte, band das Thermometer an einen Faden, um es zum Ablesen herausziehen zu können, und bedeckte, nachdem er das Instrument in das Loch hineingesenkt und ein Stückchen Pappe über die Oeffnung gelegt hatte, das Ganze mit einem grofsen Stein. *Boussingault*, Mémoire sur la profondeur à laquelle se trouve la couche de temperature invariable entre les tropiques; in *Berghaus* Annalen der Erd-, Völker- und Staatenkunde. Bd. IX. H. 5. p. 385.
A. d. U.

nen und das Registerthermometer nur die Extreme der Temperatur anzeigt, welchen es ausgesetzt gewesen ist. Es giebt noch verschiedene andere Instrumente, die nicht nur zur Bestimmung der Temperatur des Meeres in verschiedenen Tiefen, sondern auch dazu dienen, Wasser aus denselben Tiefen mit heraufzubringen. Eine Kenntnifs derselben kann man sich leicht bei den geschicktesten Verfertigern solcher Instrumente verschaffen.

Wenn man die Temperatur des Wassers nicht dadurch bestimmt, dafs man eine gewisse Menge des letzteren aus einer gegebenen Tiefe geschöpft, sondern durch Hinabsenken eines Thermometers, so ist es nöthig, dafs das ganze Instrument leicht die Temperatur der Tiefe, bis zu welcher es eingetaucht wird, annimmt und mit einer Vorrichtung zur Aufzeichnung derselben versehen ist; weil dasselbe Material, welches leicht die Temperatur in verschiedenen Tiefen annimmt, auch eben so leicht durch die Temperaturveränderungen des Wassers beim Heraufziehen afficirt wird.

In Fällen, wo eine Beobachtung dadurch unsicher gemacht werden kann, dafs das angewandte Instrument auf den Meeresboden aufstöfst, ist es wünschenswerth, das Senkblei rücksichtlich des zur Bestimmung der Temperatur angewendeten Instruments so einzurichten, dafs, wenn ersteres den Grund berührt, die Leine festgehalten und das Blei über den Boden erhoben werden kann, so dafs die durch das Stampfen und Schlingern des Schiffes oder Bootes *) auf der Oberfläche verursachten Stöfse, welche den Index verschieben können, so viel wie möglich vermieden werden. Wir haben oft der Lothleine, dem Thermometer und dem Senkblei eine Einrichtung gegeben, wie sie Fig. 70. darstellt, und haben stets gefunden, dafs sie dem beabsichtigten Zwecke entsprach. In dieser Figur ist *a* eine Leine, die bis zu dem Boote oder Schiffe hinaufreicht, an welcher bei *b* eine andere Leine, *e*, befestigt ist, die das Instrument zur Bestimmung der Temperatur, *c*, trägt. Die

Fig. 70.



*) Stampfen nennt man eine bei stürmischem Meere entstehende schwankende Bewegung des Schiffes nach seiner Längenrichtung, Schlingern ist die Bewegung nach der Breite des Schiffes. Siehe *Röding*, Allgemeines Wörterbuch der Marine. A. d. U.

Hauptleine *a* reicht tiefer abwärts und trägt das Senkblei *d*. Die Leine *e*, woran das Instrument hängt, kann von beliebiger Länge und die Hauptleine, von dem Punkte *b* bis zu dem Senkblei *d*, zehn, hundert oder noch mehr Fufs lang seyn, je nachdem es der Beobachter für zweckmäfsig hält. Wenn derjenige, welcher lothet, fühlt, dafs das Senkblei *d* den Grund berührt, so mufs er natürlich die Leine fest halten, damit das Instrument nicht gegen den Grund stöfst. Ist die untere Seite des Senkbleies auf die gewöhnliche Weise armirt, d. h. mit Talg bestrichen, so wird zu gleicher Zeit, aufser der Temperatur in einer gewissen Tiefe und der wirklichen Tiefe des Meeres an einer gegebenen Stelle, auch noch die Art des Meeresgrundes bestimmt.

d) Beobachtungen über die Temperatur des Meeres werden dadurch sehr vereinfacht, dafs das Meerwasser etwa bei der Temperatur, wo es gefriert, seine gröfste Dichtigkeit erlangt*), so dafs z. B. in der heifsen Zone, wo die Temperatur an der Oberfläche niemals bis auf den Gefrierpunkt des Wassers hinabsinkt, eine konstante Abnahme der Temperatur von der Oberfläche abwärts stattfinden und die niedrigste Temperatur noch nicht den Gefrierpunkt des Meerwassers erreichen würde. In den kälteren Gegenden der Erde, wo das Wasser an der Oberfläche durch die verschiedenen Temperaturen, welchen es ausgesetzt ist, verschiedene Grade der Dichtigkeit erlangt, und dem gemäfs entweder an seiner Stelle bleibt oder untersinkt, kommen Temperaturveränderungen vor, zu deren Bestimmung die gröfste Sorgfalt von Seiten des Beobachters erfordert wird.

e) Die Temperatur von Süfswasserseen kann auf dieselbe Weise und mit denselben Instrumenten wie die des

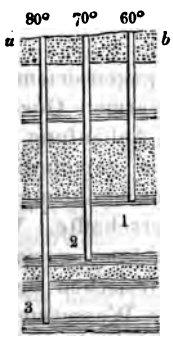
---

*) Herr *De la Beche* scheint die schönen Versuche des Herrn Professor *G. A. Erman* jun. über die Ausdehnung des Meerwassers zwischen $+8^0$ und -3^0 *R.* nicht gekannt zu haben. Aus diesen Versuchen ergibt sich: 1) dafs das Salzwasser von 1,027 spec. Gewicht kein Maximum der Dichtigkeit hat, so lange es flüssig ist, und dafs, selbst wenn Eis sich darin bildet, der flüssig gebliebene Theil beständig und sehr stark an Dichtigkeit zunimmt. 2) Dafs Salzwasser von 1,020 spec. Gewicht ebenfalls kein Maximum erreicht oder doch keines, welches vom Gefrierpunkte der Lösung ($-1^0{,}25$) merklich entfernt wäre. 3) Dafs eine Lösung von salzsaurem Natron von 1,010 spec. Gewicht ein Maximum erreicht, aber bei einer Temperatur, die niedriger ist, als die der gröfsten Dichtigkeit für süfses Wasser; denn das Maximum des Salzwassers von 1,010 spec. Gewicht entspricht $+1^0{,}50$ *R.* — *Poggendorff*, Ann. der Chemie und Physik. Bd. XII. pg. 463. A. d. U.

Meeres bestimmt werden. Beobachtungen dieser Art werden indefs durch den Umstand noch einfacher, dafs das süfse Wasser seine gröfste Dichtigkeit bei einer Temperatur von 3°,11 bis 2°,55 R. (3°,88 bis 4°,44 C. oder 39° bis 40° F.) erlangt; das Wasser, welches eine höhere oder geringere Temperatur hat, wird daher auf jenem schwimmen. Der Beobachter mufs bei tiefen Seen seine Aufmerksamkeit darauf richten, bis zu welcher Tiefe sich die Wärme-Aenderungen erstrecken, indem er diejenige Tiefe zu bestimmen sucht, unterhalb welcher, unter gewöhnlichen Umständen, die Temperatur das ganze Jahr hindurch fast dieselbe bleibt.

f) Man hat gefunden, dafs die Temperatur des Wassers, welches in den, senkrecht in die Erde gebohrten, sogenannten Artesischen Brunnen *), an die Oberfläche der Erde emporsteigt, im Allgemeinen mit der Tiefe, aus welcher es kommt, zunimmt. Wenn das Wasser in solchen Brunnen zur Ruhe käme, so würde es streben, sich nach seinem specifischen Gewichte und folglich nach den verschiedenen Dichtigkeiten zu ordnen, indem das wärmste Wasser sich ganz oben befinden würde, vorausgesetzt, dafs die Temperatur der ganzen Wassersäule über 3°,55 R. (4°,44 C. oder 40° F.) beträgt. Die in dem oberen Theile des Brunnens beobachtete Temperatur wird daher gleich der ursprünglichen Temperatur des Wassers in der Tiefe seyn, und wenn man daher an der Mündung des tiefsten Brunnens findet, dafs das Wasser, selbst wenn es nicht überfliefst, verhältnifsmäfsig warm ist, so wird die ursprüngliche Temperatur solcher Wasser mit der Tiefe der Artesischen Brunnen zunehmen. Es seyen z. B. 1, 2, 3, Fig. 71. drei von der Oberfläche *a b* senkrecht niedergebohrte Artesische Brunnen von verschiedener Tiefe. Findet nun z. B. ein Beobachter die Temperaturen dieser Brunnen an der Oberfläche *a b*, selbst wenn sie nicht überfliefsen, gleich 60°, 70° und 80° F. (12°,4; 16°,9; 21°,3 R.; 15°,6; 21°,1;

Fig. 71.



*) Ueber Artesische Brunnen sehe man: *Arago*, sur les puits forés, connus sous le nom de puits artésiens, de fontaines artésiennes ou de fontaines jaillissantes. Annuaire du Bureau des Longitudes, pour l'an 1835. pag. 181. — *Poggendorf*, Annalen der Physik und Chemie. Bd. XVI. pg. 592. A. d. U.

26°,7 C.), so wäre dies ein Beweis, dafs die Temperaturen, unter übrigens gleichen Umständen, von der Tiefe abhängig sind, dennoch möchte er gleichmäfsigere Temperaturen erhalten, wenn er das Thermometer auf den Boden eines jeden Brunnens hinabsenkte.

Die Artesischen Brunnen fliefsen indefs meistentheils an der Oberfläche, von wo aus sie gebohrt sind, über; und von diesem Umstande hängt in der That auch ihr ökonomischer Werth ab. Die Gewalt, mit welcher das Wasser emporsteigt, ist gewöhnlich so grofs, dafs es sich in der Röhre nicht nach seiner specifischen Schwere ordnen kann, so dafs, vorzüglich, wenn das Ausfliefsen schon eine Zeit lang gewährt und die Wände des Artesischen Brunnens ihre eigenthümliche Temperatur erlangt haben, das Wasser nahe die Temperatur der tief liegenden Quelle, von der es herstammt, besitzt. Von der Gewalt, womit das Wasser in einigen Artesischen Brunnen an die Oberfläche hervorstürzt, kann man sich dadurch einen Begriff machen, dafs aus einem bei Tours bis zu der Tiefe von 88 Fufs unter den Spiegel der Loire gebohrten Brunnen, das Wasser 30 bis 60 Fufs über die Oberfläche des Landes mit solcher Kraft emporsteigt, dafs ein in die Brunnen-Röhre gelegter Blech-Cylinder, welcher zwei und zwanzig achtpfündige Kugeln enthielt, hinausgeschleudert wurde. In solchem Falle begeht man wohl keinen Fehler, wenn man die Temperatur des Wassers, das an die Oberfläche kommt, als diejenige Temperatur betrachtet, welche es in der Tiefe von 88 Fufs besitzt.

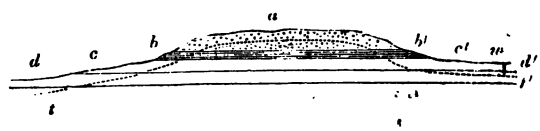
Ein Beobachter mufs auf seiner Hut seyn gegen den möglichen Fall, dafs einige dieser Wasser von warmen Quellen herstammen, und dafs sie durch die allmälige Anhäufung der Gesteinschichten verhindert wurden, auf die gewöhnliche Weise emporzusteigen, bis die künstliche Durchbohrung einem Theile dieses Wassers einen Ausweg verschaffte. Wir bemerken dies, im Falle jemals die Beobachtung gemacht werden sollte, dafs die Temperatur eines Artesischen Brunnens, der in einer bestimmten Zeit eine grofse Wassermenge giebt, langsam zunehme, was zu erwarten ist, wenn warme Wasser allmälig einen freieren Ausgang an die Oberfläche erhalten, als sie anfangs besafsen. Wenn warme Wasser bis zu einer Oberfläche in beträchtlicher Tiefe unter dem Boden eines bestimmten Distrikts emporsteigen und sich tafelförmig zwischen den Schichten ausbreiten, so nehmen sie offenbar allmälig die Temperatur dieser Schichten an, zwischen

welchen sie vorkommen. Werden sie daher später durch künstliche Mittel plötzlich an die Oberfläche geleitet, so geben sie die Temperatur der Gesteine in einer bestimmten Tiefe an.

g) Da man gefunden hat, dafs gewöhnliche Quellen in der heifsen Zone eine geringere Temperatur besitzen, als die Luft an demselben Orte, und dafs dagegen in kalten Gegenden der Erde ihre Temperatur höher ist, als die mittlere Luft-Temperatur daselbst, so ist es wichtig, die Temperatur der gewöhnlichen Quellen genau zu bestimmen, um zu sehen, in wie fern diese Thatsache eine allgemeine ist, indem, wenn dies der Fall ist, irgend eine modificirende Ursache vorhanden sein mufs, die, in einer gewissen Tiefe unter der Erdoberfläche, eine gleichmäfsigere Wärme verbreitet, als durch den blofsen Einflufs der Sonnenwärme möglich wäre, Da Beobachtungen dieser Art sehr grofse Genauigkeit erfordern, so mufs man mit der gröfsten Sorgfalt Alles erwägen, was zu Irrungen Anlafs geben könnte.

Zuerst mufs ein Beobachter wo möglich sich über die Bedingung, unter welcher die Quelle vorkommt, Gewifsheit zu verschaffen suchen. Eine Modifikation der Bedingungen, wie Fig. 72. sie darstellt, ist nicht ungewöhnlich. Es be-

Fig. 72.



zeichne *a* ein poröses Gestein, etwa einen Sandstein von lockerem Gefüge, der auf einer Schicht *bb'*, ruht, die für das Wasser fast undurchdringlich ist, z. B. Thon. Fällt nun Regenwasser auf den Gipfel des Berges, so wird es gröfstentheils von dem porösen Gestein *a* absorbirt, aber von dem Thon oder einer anderen, fast undurchdringlichen Schicht *bb'*, aufgehalten werden, und es kommt daher an der Seite des Hügels, in dem Niveau von *bb'*, in der Gestalt von Quellen zu Tage. Nehmen wir nun ferner an, dafs ein anderes poröses Gestein, *cc'*, unter *bb'* vorkommt und wieder auf einem anderen, für Wasser fast undurchdringlichen Gesteine *dd'* ruht, so wird der auf das Gestein *cc'* fallende Regen zuerst absorbirt werden, und später an der Seite des Hügels bei *c*, aber nicht bei *c'*, als Quellen hervorkommen, weil

hier die fast undurchdringliche Schicht dd' nicht zu Tage ausgeht. Wird aber an dieser Seite des Berges ein Brunnen, w, gebohrt, so erhält man offenbar dasselbe Wasser, wie an der Vereinigung der Schichten c und d auf der anderen Seite des Berges. Das Wasser hat in diesem Falle zuerst die Temperatur, welche es in der Atmosphäre erhält, aber indem es durch die Gesteine, die es absorbiren, hindurchsickert, nimmt es die Temperatur derselben an. Da nun diese Gesteine, nach der Tiefe, in welcher sie unter der Oberfläche des Landes vorkommen, in ihrer Temperatur variiren, so wird es eine Linie von gleichmäfsiger Temperatur geben, die durch die punktirte Linie tt' dargestellt wird, und der gegenwärtigen Oberfläche, $d\ c\ b\ a\ b'\ c'\ w$, parallel ist. Wenn daher Wasser in der Gestalt von Quellen allmälig bis zur Oberfläche des Landes durchsickert, so würde es, unter übrigens gleichen Umständen, wahrscheinlich die Temperatur der Gesteine annehmen, die zwischen der Linie tt' und der Oberfläche liegen, während es, bei schnellerem Emporsteigen, im Verhältnifs zu seiner Masse und der Geschwindigkeit des Ausströmens, die Temperatur gröfserer Tiefen mit sich führen kann. Die Quantität des Wassers, welche eine Quelle in einer bestimmten Zeit giebt, so wie die Geschwindigkeit, womit dasselbe ausströmt, müssen daher genau ermittelt werden.

Andere Quellen sind dagegen offenbar nicht Modifikationen der oben angeführten Bedingungen. Sie entstehen zuweilen aus Verrückungen oder sogenannten Verwerfungen *(faults)* der Gesteine, wie sie in Fig. 73. und 74. dargestellt

Fig. 73.

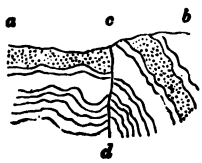
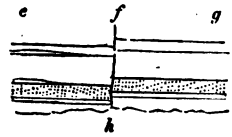


Fig. 74.



sind, wo fh eine Verwerfung von nahe horizontal liegenden, cd von gestörten Gesteinen zeigt. In solchen Fällen kann man nicht sicher seyn, dafs das Wasser, welches durch die Spalten cd und fh auf die Oberfläche ab und eg emporsteigt, nicht aus grofsen Tiefen kommt und die Temperatur dieser Tiefen mit an die Oberfläche bringt, die jedoch während des Aufsteigens Aenderungen erleiden kann, welche,

wie wir gesehen haben, von der Geschwindigkeit des Emporsteigens abhängen, wobei man die Masse des Wassers gehörig berücksichtigen mufs. Diese Vorsicht ist um so nöthiger, da warme oder heifse Quellen gewöhnlich aus Spalten hervorzukommen pflegen, und in solchen Fällen nothwendig Temperaturveränderungen erleiden müssen.

In Kalksteingebirgen strömen die Quellen oft mit grofser Gewalt hervor, und manche derselben kann man wohl Bäche nennen. Die Ursache hievon liegt in dem Reichthum an Höhlen in solchen Gegenden und in der Leichtigkeit, womit das Regenwasser in Höhlen, die mit der Oberfläche der Erde zusammenhängen, aufgenommen wird, oft auch in dem höchst zerrissenen Charakter der Schichten solcher Distrikte. In dem grofsen Landstriche, welcher auf Jamaica aus einem weifsen dichten Kalksteine besteht, zeigt sich dies auf eine bemerkenswerthe Weise. Ungeachtet der heftigen tropischen Regen, welche in dieser Gegend fallen, wird doch alles Wasser derselben sogleich von den unzähligen Löchern und Höhlen aufgenommen, die in einem unterirdischen Zusammenhange stehen, so dafs man auf bedeutende Strecken keine eigentlich sogenannte Quelle sieht, während hier und da mitten aus dem Gestein ein kleiner Flufs hervorströmt. Ob man von der Temperatur dieser Gewässer auf die Temperatur der Erde in jenen relativ geringen Tiefen, wohin die klimatischen Veränderungen ihren Einflufs nicht mehr erstrecken, schliefsen darf, hängt davon ab, ob die Gewässer lange genug zwischen den Gesteinen verweilt haben, um die Temperatur derselben annehmen zu können.

Der Beobachter mufs daher genau die Bedingungen erwägen, unter welchen die Quellen, die er untersucht, zu Tage kommen, und bei dem Aufzeichnen ihrer Temperatur auch sich über jene Bedingungen Auskunft zu verschaffen suchen. Auf diese Weise werden wir zuletzt mehrere Reihen geordneter Thatsachen erhalten, und folglich nicht nur über den relativen Werth jeder Reihe, sondern auch im Allgemeinen über das Ganze zu urtheilen vermögen. Es ist nöthig, dem Beobachter in Betreff eines Umstandes, der, wie wir aus Erfahrung wissen, viele Aufmerksamkeit erfordert, Vorsicht zu empfehlen. Wenn er nämlich die Temperatur der Quelle untersucht, so mufs er die Erde hinweg räumen, um sich derjenigen Stelle, wo die Quelle aus dem Gestein selbst hervorkommt, so sehr, wie möglich, zu nähern. Ohne diese Vorsicht kann man leicht einen Irrthum von 2° bis 3° bege-

hen. Bei heifsen Quellen, namentlich, wenn sie nicht wasserreich sind, ist dies besonders nöthig. Das Thermometer mufs auch in die Oeffnung gesteckt werden, aus der die Quelle hervorkommt; und wenn der Beobachter mit feinen Instrumenten umzugehen weifs, so wird er finden, dafs diejenigen Thermometer, bei welchen die Kugel und ein Theil der Röhre über die graduirte Scala hervorragen, sehr zweckmäfsig sind und am wahrscheinlichsten zu einem genauen Resultate führen.

XIV. Gasausströmungen.

Gasausströmungen hat man in vielen Theilen der Erde an solchen Punkten beobachtet, die man, strenge genommen, nicht im wahren Sinne vulkanisch nennen kann. Ja, an einigen Orten, wo solche Ausströmungen bemerkbar sind, giebt es auf beträchtliche Strecken keine Spur von neuerer, oder vergleichungsweise neuerer vulkanischer Thätigkeit. Da diese Ausströmungen Beweise sind von chemischer Thätigkeit unmittelbar unter der Erdoberfläche, so sind genaue Beobachtungen über ihre Beschaffenheit und über die Bedingungen, unter denen sie vorkommen, von Wichtigkeit.

a) Wenn Gas durch Spalten im Gestein in die Atmosphäre entweicht, so mufs der Beobachter einen Theil davon auf die Weise sammeln, wie sie (pag. 107.) für die aus Vulkanen ausströmenden Gase und Dämpfe empfohlen ist. Er mufs, wenn die Umstände es erlauben, sich eine allgemeine Uebersicht von der Struktur des umliegenden Landes zu verschaffen suchen, um zu sehen, in wie fern dieselbe dazu beitragen kann, die Ursache der zu untersuchenden Gasausströmungen aufzuklären. Wenn z. B. die Untersuchung ergiebt, dafs das ausströmende Gas Kohlenwasserstoffgas ist, und der Distrikt, worin es vorkommt, aus Gesteinen besteht, welche Kohlenlager enthalten, so würde man wohl keinen grofsen Irrthum begehen, wenn man annähme, es entwickle sich aus den Kohlenlagern. Da man ferner bemerkt hat, dafs oft in der Nähe von Salzquellen brennbares Gas ausströmt, so mufs der Beobachter seine Aufmerksamkeit hierauf richten. Salsen oder Schlammvulkane scheinen das Resultat einer chemischen Thätigkeit zu seyn, während welcher Gas in Menge entwickelt wird. Bei dem Beobachten derselben sollte man daher auf die Bedingungen, unter welchen jene vorkommen,

aufmerksam seyn, und besondere Sorgfalt auf die Einsammlung der gasförmigen Produkte verwenden.

b) Das Gas steigt oft in Blasen aus dem Wasser auf. In diesem Falle mufs der Beobachter eine Flasche nehmen (von der Art, wie sie oben pag. 107. beschrieben ist), sie mit Wasser füllen, dann umkehren und mit der Mündung unter das Wasser bringen, um das Gas aufzufangen, ehe es in die Atmosphäre tritt. Um das Auffangen des Gases zu erleichtern, kann man ein trichterförmig aufgerolltes Stück Schreibpapier, oder ein grofses Blatt, in die Mündung der Flasche stecken. Die Flasche wird dann, nach geschehener Füllung, auf die (pag. 107.) angegebene Weise verschlossen.

c) Es möge hier bemerkt werden, dafs man bei dem Schöpfen von Mineral- oder heifsen Wassern, die häufig von Gas begleitet sind, so viel als möglich von dem letzteren zu sammeln suchen sollte. Oft entweicht das Gas, statt sich frei in Blasen zu entwickeln, auf eine fast unmerkliche Weise. In diesem Falle würde eine Flasche allein wenig helfen; man mufs daher ein Gefäfs anwenden, das nach unten eine weite Oeffnung hat, um dem aufsteigenden Gase eine gröfsere Fläche darzubieten. Ein solches Gefäfs mufs dicht seyn und mit dem unteren Rande unter Wasser bleiben, so dafs, wenn das vor dem Umkehren darin enthaltene Wasser fast ganz durch Gas verdrängt ist, es nur einer geringen Geschicklichkeit bedarf, um das Gas in die Flasche zu leiten: man hält nämlich das gröfsere Gefäfs unter dem Wasser, und läfst das Gas in Blasen in die Mündung einer, zuvor mit Wasser gefüllten und umgekehrten Flasche steigen. Auf diese Weise kann ein Beobachter, ohne Hülfe eigends für diesen Zweck angefertigter Apparate, schöne Resultate erhalten. Besonders wichtig ist es, zu bestimmen, ob Stickgas beständig aus den heifsen Quellen entwickelt wird. Auch wenn die Umstände nur eine flüchtige Untersuchung einer heifsen Quelle gestatten, so kann der Beobachter sich doch oft etwas von dem in dem Wasser enthaltenen Gase verschaffen, wenn er eine Flasche, mit möglichst geringer Aufregung des Wassers, füllt. Die Flaschen müssen mit dem Wasser ganz gefüllt und sogleich, nachdem der Stöpsel hineingesteckt ist, mit dem oben (pag. 107.) angegebenen Cement verschlossen werden.

XV. Untermeerische Wälder.

An verschiedenen Punkten der Küsten Grofsbritaniens, Nordfrankreichs und Deutschlands finden sich Anhäufungen von Bäumen, deren Species jetzt noch existiren, von verschiedenen Pflanzen, Blättern, Früchten u. s. w. unter dem Niveau des höchsten Wasserstandes und erstrecken sich oft ins Meer hinein, so dafs sie nur zur Zeit der Ebbe vom Wasser entblöfst sind. Sie haben den Namen untermeerische *(submarine)* Wälder erhalten.

a) Da einige Geologen zur Erklärung dieser Thatsachen eine Veränderung in dem relativen Stande von Meer und Land an solchen Stellen für nothwendig halten, während Andere annehmen, dafs die Bäume u. s. w. an Stellen gewachsen und aufgehäuft worden seyen, die tiefer liegen, als der Stand der Fluth, die durch einen Strand davon getrennt war, so mufs der Beobachter, bei einer Untersuchung, die eine so grofse Genauigkeit erfordert, sehr sorgfältig zu Werke gehen.

Zuerst mufs er das Niveau der Gegend untersuchen und sehen, wie tief die Bäume u. s. w. oder der untermeerische Wald, unter dem Niveau der Fluth oder Ebbe liegen, denn letzteres ist zuweilen der Fall. Dann mufs er sich zu überzeugen suchen, ob irgend ein Theil des nntermeerischen Waldes an der Stelle gewachsen ist, wo er jetzt vorkommt. Dies wird in manchen Fällen schwierig seyn; zuweilen jedoch wird er finden, dafs die Bäume fest in dem Boden stecken und die ganze Anhäufung von der Art ist, dafs er kaum daran zweifeln kann, dafs die Blätter, Zweige u. s. w. der Bäume sich um die Wurzeln angehäuft haben. Wir nehmen hier an, dafs über die Identität dieser Pflanzen und Bäume mit den jetzt selbst in der Nähe vorkommenden kein Zweifel mehr herrscht, denn der Beobachter mufs hierbei gegen ähnliche Wirkungen früherer geologischer Epochen auf seiner Hut seyn.

b) Der Beobachter mufs sodann die allgemeine Beschaffenheit der Gegend brücksichtigen, ob sie vor dem Ausgange eines Thales oder in einem weiten ebenen Lande liegt, und dergl. Wir wollen z. B. annehmen, dafs Fig. 75. einen Län-

Fig. 75.

gendurchschnitt eines untermeerischen Waldes vorstelle; *a b* bezeichne den Stand der Fluth, *c d* den der Ebbe; *e f* das Niveau des untermeerischen Waldes, *g* eine vom Meere aufgeworfene Bank, und *h* Sand, Schlamm oder Thon, welcher die Schicht *e f* überdeckt. In diesem Falle würde der Wald an der Küste nur bei der Ebbe sichtbar seyn, und der Beobachter könnte von seinem Vorkommen landeinwärts nur durch natürliche oder künstliche Einschnitte in *h* Kenntnifs erlangen. Wenn nun die Baumwurzeln sich, sowohl vor als hinter der Bank *g*, noch an den Orten befinden, wo sie gewachsen sind, und die Bank selbst auf einer Fortsetzung des Waldes ruht, so ist sie offenbar erst nach der Entstehung des Waldes aufgeworfen, und wenn eine andere Bank einst das Meer von den Bäumen bei *c* trennte, so mufs dieselbe zerstört worden seyn. Ein Beobachter hat ferner darauf zu sehen, ob *g* auf *h* ruht, weil in diesem Falle *g* nach der Bildung von *h* entstanden ist. Er mufs dann zunächst sich zu überzeugen suchen, ob *h* dadurch abgelagert ist, dafs sich dem Abfliefsen von süfsem Wasser, welches mit dem Detritus beladen war, ein Hindernifs entgegenstellte, oder ob es durch die Ablagerung des, mechanisch im Meerwasser enthaltenen Detritus gebildet wurde. Diese Beobachtung ist oft schwierig, wenn nicht organische Reste in *h* vorkommen, wodurch sich bestimmen läfst, ob die Ablagerung aus süfsem oder aus Meerwasser entstanden ist. In dem hier dargestellten Beispiele — das wir gewählt haben, weil es ziemlich häufig vorkommt und nicht, um irgend eine besondere Ansicht dem Leser aufzudringen — würde die Ordnung der Ereignisse folgende seyn: 1.) Das Land ist so gelegen, dafs Landgewächse, wie Eichen, Taxusbäume, Fichten u. s. w., mit Sumpfpflanzen vermischt, darauf wachsen konnten. 2.) Die Pflanzen und Bäume wuchsen und erreichten zum Theil eine ansehnliche Höhe. 3.) Es trat eine relative Aenderung der Umstände ein, wodurch eine Schicht von Sand oder Schlamm auf abgebrochenen Baumstämmen u. s. w. aufgehäuft wurde. 4.) Durch eine abermalige Aenderung der Umstände wirkte das Meer auf die eine Seite der vegetabilischen

Anhäufung, legte dieselbe, unter dem Niveau der Fluthen, blofs, indem sie die frühere Decke von Schlamm oder Sand hinwegspülte und zu einer Bank aufwarf, die, unter gewöhnlichen Umständen, den Theil des Waldes, der seine Decke von Schlamm oder Sand noch behält, vor jedem ferneren Angriffe schützt.

c) Genaue Beobachtungen über die Massen, wie Geröll, Sand und dergleichen, welche über dem landwärts liegenden Theile des untermeerischen Waldes vorkommen, sind höchst werthvoll. Man ist auf diese Weise zu der Ueberzeugung gelangt, dafs mehr als eine Aenderung der Bedingungen statt gefunden hat, ehe der untermeerische Wald und die ihn begleitenden Schichten das jetzige Ansehen erhielten. Zuweilen kann man auch Spuren von zwei Anhäufungen von Pflanzen und Bäumen beobachten, die durch eine Schicht von Thon, Sand oder Geschieben getrennt sind. Der Beobachter mufs sorgfältig beachten, ob die vegetabilischen Reste des Waldes Spuren einer solchen Störung zeigen, woraus man schliefsen könnte, dafs das Wasser zerstörend auf sie eingewirkt habe, oder ob das Vorkommen dieser Ueberreste es kaum bezweifeln läfst, dafs die Ursachen, welcher Art sie auch gewesen seyn mögen, die diese Wirkungen hervorbrachten, auf eine ruhigere Weise gewirkt haben.

XVI. Erhebung des Strandes.

Wir haben oben angeführt, dafs Küstenstrecken durch Erdbeben gehoben worden sind; aber sie können auch allmälig auf eine ruhige Weise durch eine allgemeine und lange anhaltende Erhebung des Landes in grofsem Maafsstabe emporsteigen. An den Küsten einiger Länder, in welchen sich keine deutliche vulkanische Thätigkeit zeigt, bemerkt man, dafs ganze Strecken des Strandes weit über dem Bereich der jetzigen Wellen liegen.

a) Da die auf diese Weise über den jetzigen Meeresspiegel erhobenen Küstenstrecken von verschiedenem, obgleich wahrscheinlich nicht von sehr entferntem geologischen Alter seyn mögen, so ist es ganz besonders nothwendig, dafs der Beobachter sorgfältig Spuren von organischen Ueberresten unter den Geschieben oder dem Sande, woraus der Strand besteht, aufzufinden sucht. Selbst zerbrochene Muscheln, wenn nicht alle Kennzeichen derselben zu sehr verwischt sind, müssen aufbewahrt werden. Liegt der Strand

an einer Küste, wo die Mollusken und andere Bewohner des benachbarten Meeres wenig bekannt sind, so müssen so viele davon gesammelt werden, als die Zeit erlaubt, um sie mit denjenigen, welche in dem erhobenen Strande gefunden werden, vergleichen zu können. Letzterer besteht oft in der That fast nur aus zerbrochenen Muscheln.

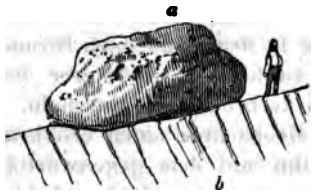
b) Wenn ein Beobachter einen erhobenen Strand auffindet, so mufs er ihn mit dem gegenwärtigen an der Küste vergleichen, um zu sehen, in wie fern beide einander ähnlich sind oder sich von einander unterscheiden. Stimmen sie in der Art der Geschiebe, des Sandes, der eingeschlossenen organischen Reste u. s. w. überein, so sind die allgemeinen Bedingungen an der Küste in den respektiven Perioden ihrer Bildung dieselben gewesen; zeigen sie dagegen eine Verschiedenheit, so waren die Bedingungen nicht dieselben, und der Gröfse und der Art dieser Abweichung gemäfs sind auch die Schlüsse, welche sich aus den beobachteten Erscheinungen ziehen lassen.

XVII. Geschiebe und Gerölle.

Geschiebe sind gröfsere Theile von Gesteinen, die in verschiedenen, oft beträchtlichen, oft geringeren Entfernungen von den Massen vorkommen, von welchen sie offenbar einst einen Theil ausmachten. Das Gerölle besteht aus kleineren, auch in verschiedene Entfernungen fortgeführten Gesteintheilen. Wegen der theoretischen Folgerungen, die man aus dieser Erscheinung abgeleitet hat, müssen wir den Leser auf die geologischen Lehrbücher verweisen, wir wünschen hier nur die Aufmerksamkeit der Beobachter auf eine sorgfältige Untersuchung aller Thatsachen, die sich ihm in Beziehung auf diesen Gegenstand darbieten, zu lenken.

a) Da viele lose Gesteinblöcke, z. B. Granitblöcke, über die Oberfläche des Landes hervorragen, die nichts als Theile des unter ihnen liegenden Gesteins sind, und den Wirkungen der Zersetzung besser widerstanden haben, als das Gestein, so mufs der Beobachter sich zu überzeugen suchen, dafs das unterliegende Gestein verschieden ist von den für Geschiebe gehaltenen Blöcken. Wenn *a* Fig. 76. ein Granitblock und

Fig. 76.

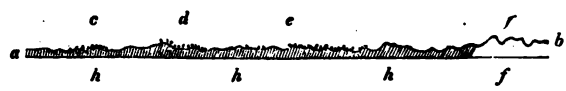


b eine Reihe von Kalksteinschichten ist, so wird der Beobachter die Gewifsheit haben, dafs *a* nicht ein Theil des unterliegenden Gesteins *b* bildet, und ein Geschiebe seyn kann. Er mufs sich dann zunächst vergewissern, dafs der Block nicht, wie der Block *a*, Fig. 77., von der benachbarten An-

Fig. 77.

höhe *d*, die aus grofsen Blöcken des unterliegenden Gesteins *c* besteht, durch die vereinigten Wirkungen der Zersetzung, der Schwere und des Regenwassers herabgeführt worden ist; so dafs der Block *a*, obgleich er auf einem, von ihm verschiedenen Gesteine ruht, kein Geschiebe ist, in dem Sinne, wie die Geologen gewöhnlich diesen Ausdruck gebrauchen. Findet er jedoch, dafs, wie Fig. 78., wo *a b* eine

Fig. 78.



horizontale Entfernung von fünf Meilen darstellt, Granitblöcke an verschiedenen Orten *c*, *d*, *e*, auf Gesteinen *h*, *h*, *h*, ruhen, die nicht granitisch sind, so kann kein Zweifel darüber herrschen, dafs ein Beobachter es mit wirklichen Ge-

schieben zu thun hat. Da wir in Fig. 78. angenommen haben, dafs ähnlicher Granit wie der, aus welchem die Geschiebe *c*, *d*, *e* bestehen, bei *f* vorkomme, so kann man daraus schliefsen, dafs die Geschiebe von *f* herstammen und durch irgend eine Kraft in die jetzt von ihnen eingenommene Lage gebracht worden sind.

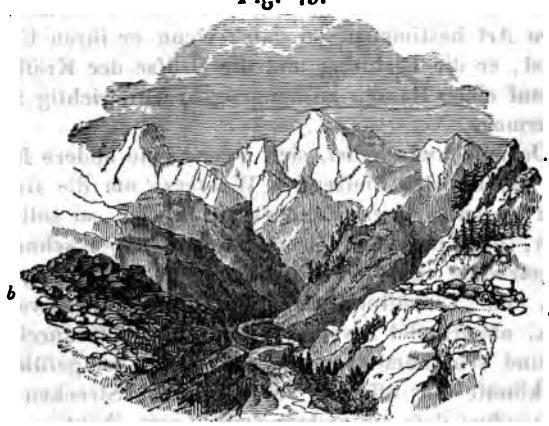
b) Wir haben oben die Geschiebe als aus Granit bestehend betrachtet. Man mufs jedoch nicht glauben, dafs ein Geschiebe nothwendig aus diesem Gestein bestehen mufs. Ein Geschiebe ist jeder Gesteinblock, seine Zusammensetzung mag seyn, welche sie will, der auf einem von ihm verschiedenen Gesteine liegt und nicht von einer benachbarten Anhöhe allein durch die Wirkungen der Zersetzung, der Schwere und des Regens herabgeführt ist. Es ist offenbar von Wichtigkeit, dafs ein Beobachter genau auf die Zusammensetzung eines jeden Geschiebes achtet, damit er im Stande ist, die Masse nachzuweisen, von der es einst einen Theil bildete. Wenn Geschiebe verschiedener Art vor ihm aufgehäuft sind, so mufs er sorgfältig das relative Verhältnifs einer jeden Art bestimmen, so dafs, wenn er ihren Ursprung nachweist, er die Richtung und die Gröfse der Kräfte, welche sie auf einen Haufen zusammengebracht, richtig zu würdigen vermag.

c) Da es schwierig ist, sich irgend eine andere Kraft zu denken, als die des fliefsenden Wassers, um die Geschiebe an ihren gegenwärtigen Fundort zu führen, so sollten wir erwarten, dafs dieselben, wenn sie in Menge schnell vorwärts getrieben und mit Gewalt gegen einander gestofsen wurden, im Verhältnifs der von ihnen durchwanderten Strecken, abgerundet seyen. Wären sie allein durch losgerissene und schwimmende Gletschermassen fortgeführt worden, so könnte dies offenbar auf bedeutende Strecken geschehen seyn, ohne dafs sie andere Spuren von Friktion zeigten, als diejenigen, welche sie bei dem ursprünglichen Herabfallen auf den Gletscher, oder dann erlitten haben, als sie von dem Eise abgesetzt wurden. Beobachtungen über die eckige oder abgerundete Form der Geschiebe, so wie über ihr Volumen und ihr Gewicht, sind daher wesentlich, so dafs, wenn wir die Kräfte berechnen wollen, die zu ihrer Fortschaffung nöthig waren, wir gute Data besitzen. Um das Volumen oder die Gröfse eines Geschiebes annähernd zu bestimmen, mufs ein Beobachter sorgfältig zu Werke gehen, und auf die Unebenheiten, so wie auf die in dem Boden verborgenen

Theile Rücksicht nehmen. Um das Gewicht desselben zu erhalten, mufs er Stücke abschlagen, die ein Bild der allgemeinen Zusammensetzung geben und die specifische Schwere dieser Stücke bestimmen, worauf sich dann, wenn das Volumen des Geschiebes bekannt ist, leicht das Gewicht desselben berechnen läfst*).

d) Da man gefunden hat, dafs die zu beiden Seiten der Alpen zerstreuten Geschiebe um so kleiner und abgerundeter werden, je mehr sie sich von der Centralkette, aus der sie herstammen, entfernen, so mufs ein Beobachter, wenn er zu beiden Seiten einer Gebirgskette in irgend einem Theile der Erde, Geschiebe antrifft, seine Aufmerksamkeit auf diesen Umstand richten. Zuweilen bemerkt man in den Alpen, dafs Geschiebe in einer Linie in ziemlicher Höhe über dem Boden des Hauptthales liegen, durch das sie offenbar herabgekommen sind, und dieser Umstand sollte nicht übersehen werden. Wenn Fig. 79. ein alpinisches Hauptthal darstellt, so

Fig. 79.



kommt zuweilen eine Linie von Geschieben so vor, wie bei *a*, während man zuweilen Anhäufungen derselben hinter einer Anhöhe findet, die, wie *b*, der Richtung des Thales gegen-

*) Findet ein Beobachter z. B. die specifische Schwere eines Gesteines gleich 2, 66; so ist, da ein Kubikzoll destillirtes Wasser Pariser Maafs, bei + 10°,24 R. 319,22 Gran wiegt, (ein Kubikzoll Wasser von der gröfsten Dichtigkeit, d. h. bei + 3°,13. R., wiegt 319,40 Gran) das Gewicht eines Kubikzolles des Gesteins = 319,22. 2,66 = 849,125 Gran. Hat man das Gewicht eines Kubikzolles irgend eines Gesteins bestimmt, so läfst sich daraus natürlich leicht das Gewicht von Kubikfufsen berechnen.

über liegt, wo wir annehmen können, dafs ein Wirbel entstehen würde, wenn eine beträchtliche Wassermasse plötzlich das Thal herabstürzte. Ein Beobachter mufs auch seine Aufmerksamkeit auf die Vorderseite eines jeden Berges richten, der eine solche Wassermasse in ihrem Laufe thalabwärts aufhalten könnte, und sehen, ob sich Geschiebe dort angehäuft haben, und wenn dies der Fall ist, ob sie von allen Gröfsen bis zum Gerölle hinab, ohne Ordnung unter einander vorkommen.

e) Wenn Geschiebe über ausgedehnte Flächen eines verhältnifsmäfsig ebenen Landes vorkommen, so mufs ein Beobachter die Linien, auf welcher die verschiedenen Arten der Gesteine fortgeführt worden sind, zu verfolgen suchen. Er kann dies einigermafsen dadurch erlangen, dafs er für die verschiedenen Gesteine besondere Farben annimmt, und auf einer Charte mit solcher Farbe diejenigen Punkte bezeichnet, wo er solche Gesteine findet. Wäre das Vorkommen der grofsen Anzahl von Geschieben im nördlichen Europa und Amerika, wenn auch nur annähernd, auf diese Weise verfolgt worden, so würden wir dadurch manche werthvolle Aufschlüsse erhalten haben. Wir würden dann finden, dafs manche Farben nur eine kurze Strecke einnehmen, bis zu den Gesteinen, von welchen die Geschiebe herstammen, während andere sich über bedeutende Räume ausdehnen. Einige Linien würden, obgleich oft in geringerem Maafsstabe gekrümmt, doch im Grofsen einer bestimmten Richtung folgen; während andere unbedeutendere Linien verschiedene Richtungen zeigten.

f) Es ist von Wichtigkeit, das relative Alter des Gesteins, auf dem die Geschiebe ruhen, anzugeben. Ist indefs der Beobachter nicht hinreichend in der Geologie bewandert, so sollte er doch sorgfältig Stücke von dem Gestein abschlagen und, im Falle es organische Reste enthält, so viel als möglich davon sammeln. Ist das Gestein geschichtet, so mufs er bemerken, ob die Schichten horizontal liegen, oder nicht, und vor Allem mufs er untersuchen, ob sich Beweise vorfinden, dafs die Geschiebe in Sand, Mergel oder Thon eingeschlossen gewesen und, nachdem diese durch äufsere Ursachen fortgeführt, blofs gelegt worden sind. Man hat angenommen, dafs die Geschiebe meistentheils an der Oberfläche liegen, und, ohne von anderen Massen bedeckt gewesen zu seyn, eine, grofse Flächenräume bedeckende Schicht bilden, der man einen Namen beigelegt hat, um eine besondere

geologische Epoche zu bezeichnen. Es ist daher vorzüglich nöthig, auf diesen Punkt die Aufmerksamkeit zu richten.

g) Die Beobachtungen über Gerölle sind fast ganz dieselben wie über Geschiebe. Die Art der Bruchstücke, aus welchen eine Geröllmasse besteht, die einen weiten Distrikt bedeckt, mufs mit grofser Sorgfalt untersucht werden. Es ist offenbar wichtig, die Ursachen, welche die Fortführung veranlafst haben, richtig zu würdigen; ob sie allmählig von dem Gestein abgelöst und durch die Flüsse oder andere Gewässer, wie es noch jetzt täglich geschieht, langsam fortgeführt worden sind, oder ob wir eine allgemeinere Wirkung des in gröfseren Massen über das Land strömenden Wassers annehmen müssen. Wenn Geröllanhäufungen nur aus Bruchstücken bestehen, die das Thal herabgeführt wurden, in welchem oder an dessen Ausgange sie vorkommen, so mufs die Gröfse, Gestalt und das Gewicht derselben, und die Kraft des jetzt das Thal abwärts fliefsenden Wassers, sie herabzuführen, in Erwägung gezogen werden, wobei das Gefälle des Flufsbettes und die anhäufende Gewalt der Fluthen während einer langen Zeit gehörig zu berücksichtigen sind. Man mufs auch darauf sehen, ob Geröll-Lager, wie die berühmte Crau in Frankreich (im Département des Bouches du Rhône), nur das Ende einer grofsen Ansammlung von Geschieben ist. An einigen Orten liegt Gerölle verschiedener Art übereinander, das theils durch die Wirkung von Flüssen, theils durch eine gröfsere Wassermasse gebildet worden ist, und hierauf sollte man besonders achten. Obgleich Geröll-Lager an einer Stelle als Oberflächenbildung erscheinen mögen, so können sie doch vielleicht nur geringere Theile einer Gesteinreihe seyn, die an einem anderen Punkte sich unter mehreren anderen Gesteinen verfolgen läfst. Dies würde z. B. der Fall seyn, wenn in einem Konglomeratlager das Bindemittel verwittert und die Bruchstücke des Gesteins zurückbleiben.

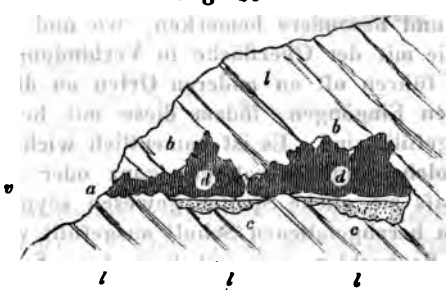
XVIII. Knochen-Höhlen und Knochen-Breccia.

Diejenigen Höhlen, in welchen man die Ueberreste verschiedener Thiere, wie Bären, Hyänen, Elephanten u. s. w., aufgefunden hat, die oft in Schlamm oder anderen Ablagerungen eingeschlossen und daher der gewöhnlichen Beobachtung entzogen sind, nennt man Knochen-Höhlen. Knochen-Breccien sind meistentheils solche Zerklüftungen im Gestein, wie oben (pag. 86.) beschrieben worden sind, erfüllt mit

Knochen, Gesteinbruchstücken und einem erdigen oder festen Cement. Sie stehen oft mit Knochen-Höhlen in Verbindung.

a) Ein Beobachter kann oft in eine Höhle hineingehen und sie wieder verlassen, ohne die geringste Ahnung davon zu haben, dafs sie Knochen enthält, obgleich animalische Ueberreste in Menge darin vorhanden sind. Viele Höhlen in England, welche denjenigen, die eigends danach suchten, Hunderte von Knochen und Zähnen verschiedener Säugethiere geliefert haben, sind seit undenklichen Zeiten besucht worden, ohne dafs auch nur Einer von allen Besuchern eine Spur solcher Ueberreste bemerkt hätte. Höhlen sind weit häufiger im Kalkstein, als in anderen Gesteinen und daher das häufige Vorkommen von Stalactiten- und Stalagmitenmassen in den Knochenhöhlen, wodurch oft die in letzteren enthaltenen organischen Reichthümer versteckt werden. Die Beschaffenheit der Knochenhöhlen ist verschieden, doch kann der Durchschnitt Fig. 80. einen Begriff geben von einem

Fig. 80.



Vorkommen, das keinesweges selten ist. Es sey *lll* der Durchschnitt eines Kalksteinberges, in welchem eine Höhle, *b b*, vorkommt, die vermittelst des Einganges *a*, mit einem Thale *v* zusammenhängt. *d d* sey eine Stalagmitschicht (eine Ablagerung von Kalkmasse, die durch das von der Decke herabtröpfelnde, kohlensaure Kalkerde enthaltende Wasser gebildet wird), welche die Höhlungen *c c* bedeckt, die, bis an die Masse *d d*, mit einer Anhäufung von thierischen Ueberresten, vermischt mit Sand, Schlamm oder Gerölle, erfüllt sind. Es ist einleuchtend, dafs ein Beobachter eine solche Höhle besuchen und auf der Stalagmitmasse umhergehen kann, ohne zu wissen, dafs Ueberreste von Thieren darunter verborgen sind.

b) In einigen Knochenhöhlen fand eine Ablagerung von Stalagmitmasse auf dem Boden der Höhle statt, ehe Schlamm in dieselbe eingedrungen war, und man findet oft Knochen in ersterer stecken. In anderen Höhlen sind der am Boden liegende Schlamm, Sand oder das Gerölle, worin die Knochen vorkommen, von keinem Stalagmit irgend einer Art bedeckt. In dieser Beziehung findet, nach der Verschiedenheit der Lokalbedingungen und der Art, wie die Knochen in die Höhle gekommen sind, eine grofse Mannigfaltigkeit statt.

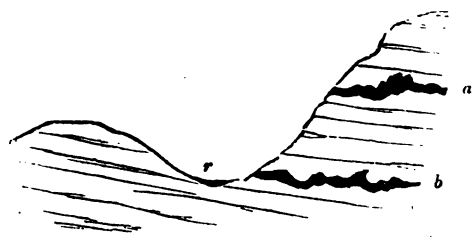
c) Wenn ein Beobachter Knochen in einer Höhle entdeckt, so mufs er vorzüglich seine Aufmerksamkeit auf die Art des Vorkommens derselben richten. Er mufs einen vollständigen Durchschnitt durch die Stalagmitmasse, den Schlamm oder das Gerölle machen, die Mächtigkeit einer jeden Schicht aufzeichnen und sorgfältig Proben von einer jeden bei Seite legen, ehe sie mit Bruchstücken der anderen vermischt werden. Er mufs sorgfältig darauf sehen, ob verschiedene Arten von Knochen oder Zähnen in besonderen Schichten, oder ob sie alle durch einander vorkommen. Er mufs ferner an verschiedenen Punkten der Höhle Durchschnitte derselben entwerfen und besonders bemerken, wo und nach welcher Richtung sie mit der Oberfläche in Verbindung steht; denn die Höhlen führen oft an anderen Orten an die Oberfläche, als an ihren Eingängen, indem diese mit herabgefallenem Schutt ausgefüllt sind. Es ist namentlich wichtig zu bemerken, ob solche Kommunikationen ganz oder nahe vertikal sind, so dafs sie offene Spalten gewesen seyn mögen, ehe sie mit dem herabgefallenen Schutt ausgefüllt wurden.

d) Ein Beobachter mufs mit besonderer Sorgfalt die allgemeine äufsere Beschaffenheit der Gegend, worin die Höhle vorkommt, bestimmen und bemerken, ob es wahrscheinlich ist, dafs sie jemals von Geröll oder eckigen Gesteinbruchstücken verdeckt gewesen und dafs später, durch Wegschaffung derselben auf natürlichem oder künstlichem Wege, ein freier Eingang geöffnet wurde. Die berühmte Höhle von Kirkdale, welche das allgemeine Interesse so sehr auf diesen Gegenstand gelenkt hat, und, wie *Buckland* dargethan, der Aufenthaltsort einer untergegangenen Hyänenspecies war, welche die Ueberreste von ausgestorbenen Elephanten, Rhinoceros, Hippopotamus, und anderen Thieren, welche damals in Yorkshire lebten, in dieselbe hineinschleppten, war durch eine Geröldecke geschlossen und wurde zufällig durch Steinbrucharbeit entdeckt. Wenn eine Höhle lange Perioden hin-

durch bis auf die gegenwärtige Zeit an der Oberfläche offen geblieben ist, so kann sie zuerst von solchen Geschöpfen, die jetzt ausgestorben sind und später von noch lebenden bewohnt worden seyn. Es werden daher auch ihre verschiedenen Ueberreste entweder vermischt, oder in Lagen über einander darin vorkommen. Auch die Ueberreste von Menschen und ihren Werken können an solchen Orten gefunden werden, wie dies namentlich im südlichen Frankreich der Fall gewesen ist.

e) Um bestimmen zu können, woher die Schlamm-, Sand- oder Geröllmassen stammen, welche mit den Knochen vermischt sind, oder in Schichten über oder unter denselben vorkommen, mufs der Beobachter die Lage der Höhlen rücksichtlich der physischen Struktur des umliegenden Landes in Erwägung ziehen. Es sey z. B. Fig. 81. der Durchschnitt

Fig. 81.

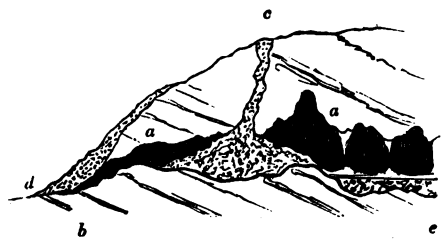


eines Thales, an dessen einer Seite sich zwei Knochenhöhlen, *a* und *b*, befinden. In dem Thale fliefse ein Flufs *r*, von hinreichender Gröfse, um Schlamm, Sand oder Gerölle, im Verhältnifs seiner Wassermenge, mit sich zu führen. Es ist klar, dafs bei hohem Wasserstande diese Detritusmasse in die Höhle *b* hineingeschwemmt werden und die Knochen, welche das Wasser erreichen kann, einhüllen oder bedecken wird. Das Wasser könnte selbst lebende Thiere in der Höhle überraschen und ertränken. Solche Wirkungen könnten nicht durch dieselben Ursachen in der Höhle *a* hervorgebracht werden. Der Beobachter wird nun einsehen, wie wichtig es ist, Proben von dem Schlamm, Sand oder Gerölle in Knochenhöhlen zu sammeln. Er kann dann leicht solche Massen mit den von den Flüssen herabgeführten Alluvialmassen vergleichen und sehen, ob sie sich ähnlich sind oder von einander abweichen. Wenn in den Höhlen Geschiebe vorkommen, die durch die jetzigen Flüsse nicht von dem

Orte, von wo sie herstammen, herbeigeführt seyn können, so müssen wir uns nach anderen Ursachen für ihr Vorhandenseyn in den Höhlen umsehen. Auf diese Weise lassen sich, in Betreff der verschiedenen Umstände, welche die Erhaltung der Thierknochen in verschiedenen Knochenhöhlen begleitet haben mögen, eine Menge von Schlufsfolgen ziehen.

f) Wir haben die Beobachtungen über völlig oder nahe vertikale Verbindungen einer Knochenhöhle mit der Oberfläche als wichtig bezeichnet, weil dann grofse Anhäufungen von Knochen solcher Thiere, die durch die offene Spalte herabfielen, in der Höhle vorkommen können. Fig. 82. sey

Fig. 82.

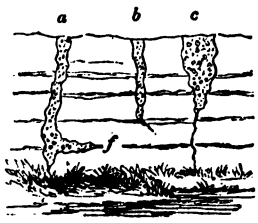


der Durchschnitt von einem Theile eines Berges, in welchem sich eine Höhle *a a* befindet, die bei *b* mit dem Abhange und durch eine Spalte *c* mit dem Gipfel des Berges in Verbindung steht. Sie mag anfangs der Aufenthaltsort von Hyänen gewesen seyn, in welchem Falle dann diejenigen Thiere, welche durch die Spalte *c* herabfielen, von jenen verzehrt und ihre Knochen zum Theil übrig gelassen wurden, so dafs in den innersten Schlupfwinkeln der Höhle *e* die Knochen der Hyänen und ihrer Beute zusammen vorkommen können. Wir begreifen leicht, dafs, durch die Zersetzung des den Berg bildenden Gesteins, der Schutt sich allmälig so vor dem Eingange der Höhle anhäuft, dafs er ihn bei *d* schliefst, so dafs die alten Bewohner der Höhle sich nicht länger darin aufhalten können; oder nehmen wir an, dafs sie im Stande waren, den Eingang offen zu erhalten, so mufste er mit ihrem Aussterben sich verschliefsen, während die senkrechte Spalte offen blieb. Wenn nun ferner noch Thiere durch die letztere in die Höhle hinabfielen, so mufste sich eine Anhäufung ihrer Knochen bilden, indem die, früher von den Hyänen verzehrten Knochen übrig blieben, welche keine andere Beschädigungen erlitten, als etwa durch den Fall der Thiere.

Auf diese Weise kann es in derselben Höhle zweierlei Anhäufungen von thierischen Ueberresten geben, die unter verschiedenen Umständen gebildet wurden, indem vielleicht selbst die Species der Thiere, welche durch die Spalte gefallen sind, verschieden seyn mögen; und doch kann das Ganze einem unaufmerksamen Beobachter wie eine Masse von Knochen, Gesteinbruchstücken und Erde erscheinen, welche durch eine Seitenöffnung in die Höhle gebracht wurde, indem die senkrechte Spalte sich allmälig mit Bruchstücken des Gesteins und mit Erde und vielleicht auch mit einigen thierischen Ueberresten füllte. Wir führen eine solche mögliche Kombination der Umstände nur an, um dem Leser die Nothwendigkeit einer genauen Beobachtung zu zeigen, namentlich, wenn Menschenknochen sich mit den Knochen von Thieren unter zweifelhaften Umständen vermischt finden.

g) Der Uebergang einer solchen Höhle, wie die zuletzt angeführte, in eine mit Knochen-Breccie gefüllte Spalte, ist leicht. Fig. 83. stelle z. B. die Vorderseite einer natürlich

Fig. 83.

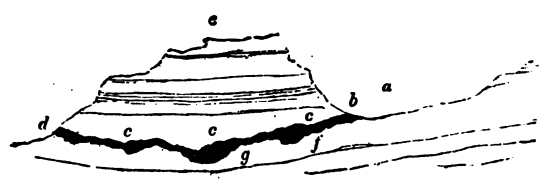


oder künstlich entblöfsten Klippe dar, worin Spalten, *a*, *b*, *c*, vorkommen, die mit einem Gemenge von Knochen, mehr oder weniger verhärteter erdiger Masse und Bruchstücken der umgebenden Gesteine angefüllt sind. Man wird leicht einsehen, dafs hier dieselben Bedingungen statt finden, wie bei der offenen Spalte *c* in Fig. 82. Zuweilen erweitert sich die Hauptspalte seitwärts, wie bei *f*, Fig. 83., und bildet eine kleine Seitenhöhle Da wir früher (pag. 86.) schon von den neueren Spalten dieser Art gesprochen haben, so machen wir hier nur auf das rothe kalkige Cement aufmerksam, welches so häufig darin vorkommt und einen sehr verschiedenen Grad der Erhärtung, vom erdigen bis zum sehr dichten, zeigt. Hieraus hat man, wie Herr *von Christol* bemerkt, zu schnell gefolgert, dafs alle Knochen-Breccien von demsel-

ben Alter seyen, obgleich sie wahrscheinlich in dieser Beziehung sehr von einander abweichen. Derselbe Schriftsteller behauptet,*) dafs das rothe Cement nichts anderes sey, als die rothe Erde, welche durch Zersetzung des Kalksteins entsteht, in dessen Klüften sich die Knochen-Breccia findet, und bemerkt, dafs in allen Fällen, wo das rothe Cement vorkommt, die Spalten sich im Kalkstein oder da befinden, wohin Kalkmasse durch Wasser geführt werden kann. So weit unsere eigenen Beobachtungen über die Kalk-Breccien von Italien und dem südlichen Frankreich gehen, stimmt diese Ansicht vollkommen mit den Thatsachen überein. Diese rothe Substanz wird durch Regenwasser in die Spalten und auf die Knochen gespült, letztere häufen sich noch fortwährend an und werden allmählig durch die rothe Masse zusammengekittet, die fest wird, wenn kohlensaure Kalkerde zwischen ihre Theile eindringt.

h) Es giebt noch eine andere Ursache, wodurch Knochen verschiedener Thiere mit Gesteinbruchstücken, Erde und selbst mit, aus der Ferne herbeigeführten Geschieben vermischt werden können, und die ein Beobachter stets im Gedächtnifs behalten sollte, wenn er eine Knochenhöhle und das dieselbe umgebende Land untersucht. In einigen Kalksteingebirgen verlieren sich kleine Flüsse in Höhlen und erscheinen, nachdem sie eine Reihe unterirdischer Höhlungen durchflossen haben, fern von dem Orte, wo sie zuerst ihren unterirdischen Lauf begannen, wieder an der Oberfläche. Es folgt hieraus, dafs sie eine grofse Menge verschiedener organischer und unorganischer Substanzen in die Höhlen hineinschwemmen, dafs ihr Lauf zuweilen durch diese Anhäufungen gehemmt wird, und dafs die Gewässer sich dann einen anderen Ausweg bahnen. In solchen Höhlen kann man Knochen und abgerundete Geschiebe untereinander gemengt finden. Es sey z. B. Fig. 84. der Durchschnitt eines Land-

Fig. 84.



*) *De Christol*, Observations générales sur les Brèches osseuses. Montpellier. 1834.

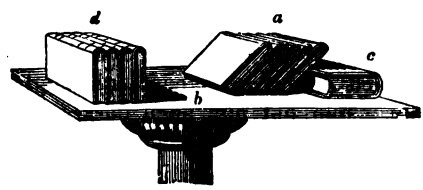
striches, in welchem sich eine Einsenkung *a* findet, die, als der niedrigste Theil einer Fläche, ein See werden würde, wenn die Gewässer nicht, unter dem Hügel oder Berge hinweg, durch eine Reihe von Höhlen, *c*, *c*, *c*, einen unterirdischen Weg von *b* nach *d* fänden. Es ist klar, dafs die in die Oeffnung *b* hineingeschwemmten organischen und unorganischen Substanzen zuerst in der Vertiefung *f* und später in der bei *g* abgesetzt werden. Wir haben des Beispiels wegen angenommen, dafs die Reihe der Höhlen von *g* bis zur Ausflufsöffnung *d* ansteige. In solchem Falle würde die beständige Anhäufung von thierischen Resten, Geschieben, Sand und Erde, untermischt mit Bruchstücken des Gesteins, woraus der Berg besteht, wahrscheinlich die Höhlen zwischen *f* und *d* verstopfen, so dafs entweder die Gewässer bei *a* einen See bilden, oder sich einen anderen Ausweg bahnen müfsten. Der Leser kann sich leicht noch andere modificirende Umstände denken; z. B. eine Veränderung in der physischen Gestaltung des Landes, vor oder nach dem Schliefsen der Oeffnung; Vermischung von Knochen und Gesteinbruchstücken durch andere Ursachen u. dgl. m.

XIX. Fallen und Streichen der Schichten.

Ehe wir darauf eingehen, Vorschriften zu ertheilen für die Beobachtung von Gesteinen, die älter sind, als diejenigen, welche sich jetzt bilden, wird es nöthig seyn, die Aufmerksamkeit auf das Fallen und Streichen derjenigen Gesteine zu lenken, die in Schichten oder Lagen abgetheilt sind.

a) Fallen bezeichnet den Winkel, welchen die Ebene einer Schicht mit dem Horizont macht. Es stelle z. B. in Fig. 85. *b* einen Tisch vor, auf dem einige Bücher, *a*, durch

Fig. 85.



ein anderes, mit der breiten Seite auf den Tisch gelegtes Buch, *c*, unterstützt, eine schiefe Lage behalten. Wenn wir

nun die obere Seite des Tisches als eine horizontale Fläche und die Bücher als Schichten eines Gesteins betrachten, dann wird der Winkel, den die geneigten Bücher, *a*, mit dem Tische, *b*, machen, ihr Fallen genannt, dessen Gröfse sich nach der Gröfse des Winkels richtet, d. h. je weniger steil die Seiten der Bücher geneigt sind, um so geringer ist auch das Fallen, und umgekehrt, je mehr sie sich der senkrechten Stellung nähern, um so stärker wird das Fallen. Das Buch, welches flach auf dem Tische ruht, liegt horizontal und hat gar kein Fallen. Die Bücher *d*, welche, mit dem Rücken nach oben gekehrt, auf dem Tische stehen, geben ein Bild von dem, was man senkrechte oder vertikale Schichtenstellung nennt.

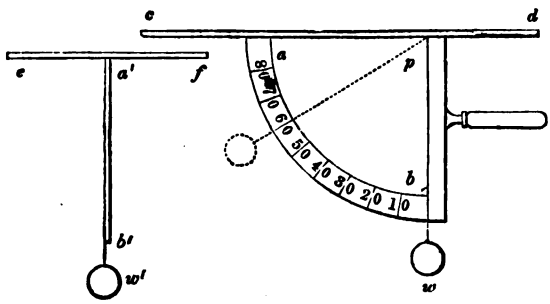
b) Das Streichen oder die Richtung der Schichten ist eine, senkrecht auf das Fallen gezogene Linie. Die Richtung, welche die Rücken der Bücher *a* und *d*, Fig. 85., gegen Norden, Süden oder irgend einen anderen Punkt einnehmen, bezeichnet ihr Streichen. Nehmen wir an, dafs die Bücher *a* gegen W. fallen, so würden ihre Rücken die Richtung von N. nach S. haben, und dies wäre ihre Streichen. Wenn wir ferner annehmen, dafs die Rücken der Bücher *d* denen der Bücher *a* parallel stehen, so hätten doch alle Gesteinschichten, welche dieselbe Lage haben, wie *a* und *d*, einerlei Streichen oder Richtung, obgleich die Schichten bei *d* senkrecht stehen und die bei *a* geneigt sind.

c) Wären die Schichten immer so regelmäfsig gegeneinander geordnet, wie die oben angeführten Bücher, oder wäre die Dicke einer Schicht immer so gleichförmig, wie die eines bestimmten Buches, so wären die Beobachtungen über Fallen und Streichen der Schichten verhältnifsmäfsig leicht. Es wäre dann nur nöthig, ein Instrument zu erfinden, das, auf die obere Seite einer Schicht gestellt, vermittelst eines Niveau's oder Bleilothes, den Winkel angeben würde, welchen diese Ebene der Schicht mit dem Horizont macht, wodurch man das wahre Fallen erhielte, während man vermittelst eines Kompasses den Punkt, wohin die Schicht fällt, und durch eine, rechtwinklich darauf gezogene Linie zugleich das Streichen bestimmte. Man hat nun auch dergleichen Instrumente (Stundenringe, Grubenkompasse, Klinometer) ersonnen, und vielen Scharfsinn auf ihre Anfertigung verwendet; aber unter hundert Fällen findet sich nicht einer, wo ihre Anwendung den geringsten Nutzen gewährte.

Die Gesteinschichten zeigen im Allgemeinen Oberflächen,

die im Kleinen rauh und uneben erscheinen, während man sie im Ganzen wohl als Ebenen betrachten kann, die, im Vergleich zu dem Horizont, entweder horizontal, unter irgend einem Winkel geneigt, oder vertikal sind. Es ist daher nothwendig, sich eines Instrumentes zu bedienen, das nicht auf die unebene Oberfläche einer Schicht gesetzt wird, sondern das, indem man es in der Hand hält oder auf eine zweckmäfsige Vorrichtung stellt, wenigstens ziemlich annähernd den verlangten Aufschlufs gewährt; kurz, ein Verfahren, welches, indem man kleine Unebenheiten unbeachtet läfst, eine Ebene giebt, die mit der Ebene des Horizonts verglichen werden kann. Für diesen Zweck haben wir das in Fig. 86. dargestellte Instrument als äufserst brauchbar

Fig. 86.



gefunden. Es besteht aus einem graduirten Quadranten, *a b*, von Platina, Silber oder Messing, der an seinem oberen Theile an eine rechtwinkliche, auf der Oberfläche polirte Metallplatte, *c d*, befestigt ist, deren Länge und Breite in dem Verhältnisse stehen, wie *c d* zu *e f*. Der Quadrant ist bei *b* mit einem Metallstreifen verbunden, der senkrecht in die untere Fläche der Platte *c d* eingefügt ist. An diesem Streifen befindet sich ein Handgriff, *i*, von Elfenbein oder Ebenholz. Wenn wir an diesem Instrumente, im Punkte *p*, dem Mittelpunkte eines Kreises, von welchem *a b* ein Quadrant ist, ein Metallgewicht, *w*, an einem feinen Haar oder einer anderen passenden Substanz aufhängen, und das Instrument ist so eingerichtet, dafs es, bei dem Handgriff *i* in der richtigen Lage gehalten, durch das Haar und Gewicht genau berührt wird, während ersteres den Nullpunkt der Graduirung abschneidet, so mufs natürlich die Ebene *c d* mit der Ebene des Horizonts parallel seyn. Wenn wir daher

längs der oberen Ebene des Instruments hinsehen und finden, dafs sie mit der Ebene einer Gesteinschicht, die wir untersuchen, coincidirt, so ergiebt sich hieraus, dafs letztere horizontal liegt, — wenigstens würde die Beobachtung für gewöhnliche geologische Zwecke hinreichend genau seyn *).

Hat ein Beobachter eine Reihe von Schichten vor sich, die augenscheinlich weder horizontal noch senkrecht sind, und deren Fallen er bestimmen will, so wird, wenn er die Platte *c d* so neigt, dafs ihre Ebene mit der allgemeinen Ebene der vor ihm liegenden Gesteine zusammenfällt, und das Haar mit dem daran hängenden Gewicht *w* genau den graduirten Quadranten *a b* berührt, die Linie des Haares die Graduirung an irgend einem Punkte schneiden. Der Unterschied in Graden zwischen diesem Punkte und dem Nullpunkte der Graduirung giebt ihm das Fallen der Schichten oder den Winkel, welchen sie mit der Ebene des Horizonts machen. Mufs die Oberfläche der Platte *c d* so geneigt werden, dafs das Haar, wenn es durch das Gewicht *w* senkrecht gehalten wird, die Graduirung bei 60° schneidet, so würde das Fallen des Gesteins 60° betragen nach einer Richtung, die noch zu bestimmen bleibt.

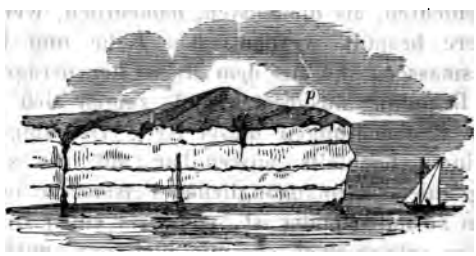
Wenn man nun das Instrument genau in der Ebene des Fallens hält, so wird die Richtung der längsten Seite der Platte mit der Richtung des Fallens übereinstimmen. Es ist daher noch übrig, diese Richtung sorgfältig mit einem guten Taschenkompafs zu bestimmen, wobei auf die Abweichung von dem wahren Norden die gehörige Rücksicht genommen werden mufs, und der Beobachter erhält auf diese Weise die Gröfse und Richtung des Fallens, und somit auch das Streichen derselben Gesteinschichten, Eine geringe Uebung wird einen Beobachter mit diesem oder irgend einem anderen, nach ähnlichen Principien konstruirten Instrumente bald hinreichend vertraut machen. Wir müssen hauptsächlich darauf bestehen, dafs solche Beobachtungen immer in Beziehung auf den wahren, nicht auf den magnetischen, Norden angestellt werden, wegen der Irrthümer, die aus der Veränderlichkeit des letzteren entstehen können.

d) Bei den vorhergehenden Beobachtungen haben wir angenommen, dafs die zu untersuchenden Schichten auf natürliche oder künstliche Weise so entblöfst waren, dafs ein

*) *a' b' w'* zeigen den Quadranten *a b* und das Gewicht *w* von der Rückseite, wobei die Handhabe weggelassen ist.

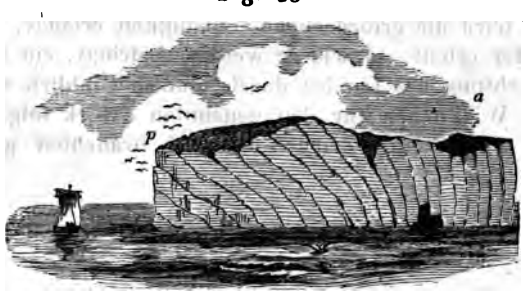
Beobachter leicht einen allgemeinen Ueberblick nach ihren Schichtungsebenen erlangen konnte. Dies ist jedoch keineswegs immer der Fall. So zeigen z. B. die Durchschnitte von Schichten an Klippen oft blofse Linien. Es ist klar, dafs diese Linien, wenn man sie nur in einer Durchnittsfläche sieht, einen falschen Begriff von der wahren Stellung der Schichten geben können. Fig. 87. sey z. B. ein von Süden

Fig. 87.



geschenes Vorgebirge, dessen Gesteinschichten horizontal liegend erscheinen. Wenn ein Beobachter in einem solchen Falle nicht im Stande ist, auch die Oberflächen oder Ebenen der Schichten zu sehen, so sollte er Anstand nehmen, die in Rede stehenden Schichten als wirklich horizontal zu betrachten, und vielmehr in einer anderen Richtung einen Durchschnitt aufzufinden suchen. Nehmen wir z. B. an, dafs das oben genannte Vorgebirge bei dem Punkte *p* sich nordwärts zieht und den gegen Osten gekehrten Durchschnitt Fig. 88.

Fig. 88.



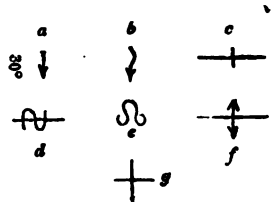
darbietet. In diesem Falle ist die von Süden gesehene horizontale Stellung offenbar falsch, denn die Schichtenlinien an der Ostseite des Vorgebirges zeigen ein Fallen unter einem beträchtlichen Winkel gegen Norden, welches durch allmä-

lige Krümmung der Schichten, endlich in die senkrechte Stellung bei *a*, Fig. 88., übergeht.

e) Bei der Untersuchung von Klippen sollte der in einem Boote oder Schiffe befindliche Beobachter immer zu landen oder wenigstens der Küste sich so zu nähern suchen, dafs er eine richtige Ansicht von der allgemeinen Oberfläche der Schichten erhält, die an solchen Punkten nicht selten Entblöfsungen zeigen. Es sind in der That wenig Punkte so geeignet zur genauen Bestimmung des Streichens und Fallens der Schichten, als die Küsten, namentlich, wenn sie von einem Meere bespült werden, das Ebbe und Fluth hat. Grofse Felsmassen, die aus dem Meere hervorragen und der Wuth der Brandung ausgesetzt sind, zeigen sich vorzüglich günstig für Beobachtungen dieser Art. Die obigen Bemerkungen sind gleichfalls anwendbar auf die scheinbaren Schichtungslinien an unzugänglichen Felsmassen im Gebirge, wo es eben so nothwendig ist, mehr als einen Durchschnitt der Schichten aufzusuchen, ehe wir auch nur annähernd über ihr Fallen urtheilen können.

f) Wenn ein Beobachter das Fallen eines Gesteins, und folglich auch sein Streichen, genau bestimmt hat, so mufs er es sogleich aufzeichnen; denn wenn er in kurzer Zeit mehrere Bestimmungen macht, die in der Richtung und in der Gröfse des Winkels von einander abweichen, so kann er leicht einen Irrthum begehen, wenn er sie erst nach Beendigung seiner Beobachtungen zu Papier bringt. Wir müssen auch sehr empfehlen, die angestellten Beobachtungen auf einer Charte einzutragen, wenn zur Zeit der Beobachtung eine solche von dem untersuchten Distrikt vorhanden ist, denn dadurch wird die erforderliche Genauigkeit erlangt, und der Beobachter erhält, so wie er weiter vordringt, ein Bild von der Schichtung des Landes durch blofsen Hinblick auf seine Charte. Wir haben für den genannten Zweck folgende, in Fig. 89. dargestellte Zeichen äufserst brauchbar gefunden.

Fig. 89.



Der Pfeil, welcher das Fallen und dessen Richtung bezeichnet, wird schon seit langer Zeit angewendet. *a* zeigt durch die Spitze des Pfeils die Richtung des Fallens an. Wenn der untere Rand dieses Blattes den südlichen Theil einer Charte vorstellt, so würde das durch *a* bezeichnete Fallen südlich seyn. Den Winkel des Fallens kann man zur Seite des Pfeils bemerken. Es bezeichnet also in diesem Falle *a* ein Gestein, das unter einem Winkel von 30° gegen Süden fällt. Das Zeichen *b* bedeutet, dafs die Schichten, obwohl sie im Kleinen unduliren, doch im Grofsen und Ganzen nach der Richtung der Pfeilspitze fallen. *c* zeigt senkrechtstehende Schichten an, und zwar die längere Linie das Streichen derselben. *d* bezeichnet Schichten, die zwar so gewunden sind, dafs kein bestimmtes Fallen derselben anzugeben ist, die dennoch aber ein bestimmtes Streichen haben, das durch die gerade Linie angedeutet wird. *e* bezeichnet eine so verworrene Schichtung, dafs sich weder ein Fallen noch ein Streichen angeben läfst. *f* ist ein Zeichen für ein widersinniges Fallen, d. h. ein solches, wo die Schichten nach beiden Seiten abfallen. (Das Dach eines Hauses versinnlicht diese Art der Schichtenstellung am besten, indem die Seiten desselben das Fallen der Schichten, und die Firste des Daches die Scheidungslinie [antiklinische Linie], von der aus die Schichten nach entgegengesetzten Richtungen abfallen, oder den Rücken darstellen.) Ein durch zwei gleich lange grade Linien gebildetes Kreuz ist sin Zeichen für horizontale Schichtung.

g) Man hat oft angenommen, dafs die Abtheilung der Gesteine in Schichten charakteristisch sey für die aus dem Wasser abgesetzten, in welchem die Bestandtheile derselben entweder chemisch aufgelöst oder mechanisch schwebend enthalten waren. Dies ist jedoch in so fern nicht ganz richtig, als tafelförmige Massen von Basalt, Trachyt und deren Konglomeraten über Flächenräume von verschiedener Gröfse aufeinander liegen. Die oben angeführten Zeichen müssen daher bei allen in Schichten gesonderten Gesteinen auf gleiche Weise angewendet werden, mögen dieselben nun dem Wasser oder dem Feuer ihren Ursprung verdanken. Der Zweck bei dem Gebrauche dieser Zeichen ist einfach der, dafs man auf dem Papiere vermittelst derselben bemerkt, ob die in Schichten abgetheilten Gesteine einer Gegend nach einer besonderen Richtung fallen, ein bestimmtes Streichen haben, eine verworrene Schichtung zeigen u. dergl., ohne

dabei auf ihre muthmafsliche Entstehung Rücksicht zu nehmen. Im Allgemeinen kommen jedoch die durch das Feuer gebildeten Gesteine massig vor. Die Angabe dieser Verhältnisse auf geologischen Charten ist offenbar von grofsem Nutzen, obgleich es, wie wir glauben, noch nicht geschehen ist. Wir würden zu diesem Zwecke die in Fig. 90. angegebenen Zeichen empfehlen, von welchen *a* das Vorkommen eines massigen Gesteins bezeichnet. Die durch Feuer gebildeten Gesteine sind zuweilen säulenförmig abgesondert und diese Struktur ist z. B. bei dem Basalt ziemlich gewöhnlich. Diese Art des Vorkommens kann durch *b* (Fig. 90.) dargestellt werden.

Fig. 90.

XX. Verwerfungen und verworrene Schichtung.

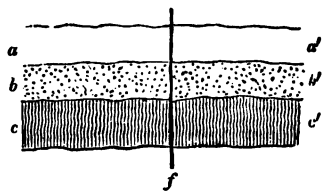
Bei wenigen Dingen ist, um unvermeidlichen Irrthümern zu entgehen, eine unausgesetztere Aufmerksamkeit von Seiten des Beobachters erforderlich, als bei denjenigen Verschiebungen der Schichtung, die man Verwerfungen *(faults)* nennt, und die so häufig vorkommen. Auch bei der gewundenen Schichtung *(contorted strata)* ist gleiche Aufmerksamkeit nöthig. Aus der Gröfse der Krümmung der Schichten können wir einigermafsen auf die Kraft schliefsen, welche erforderlich war, um sie hervorzubringen, und aus der Art des auf diese Weise gekrümmten und gewundenen Gesteins können wir zuletzt die zu solchen Bildungen erforderlichen Umstände kennen lernen.

a) Es ist keineswegs ein ungewöhnliches Verfahren bei dem Entwerfen geologischer Charten, dafs man das Streichen einer Reihe von Gesteinen bestimmt und dann in Linien, die rechtwinklich auf das Streichen und zuweilen weit von einander entfernt sind, das Land durchschneidet. Wir haben gefunden, dafs dies Verfahren mit grofsen Irrthümern verknüpft ist, indem die Verwerfungen dabei gänzlich übersehen werden. Ein Geologe mufs, so zu sagen, das Land mit einem Netze von Beobachtungen überspannen, um nicht nur in diesem, sondern auch in anderen Fällen Genauigkeit zu erlangen.

b) Die Verwerfungen stehen natürlich im Verhältnifs zu der allgemeinen Schichtung oder zu dem Charakter des Gesteins, in welchem sie vorkommen. Es ist sehr schwierig, durch blofse Oberflächenansicht im Innern eines Landes sich

zu überzeugen, dafs ein vertikal geschichtetes Gestein irgend eine senkrechte Veränderung, Erhebung oder Senkung, oder dafs ein Gestein mit horizontaler Schichtung eine horizontale Bewegung erlitten habe, denn in beiden Fällen schliefsen sich ähnliche Gesteine aneinander, und die Verschiebung ist daher nicht ohne Schwierigkeit zu entdecken. Fig. 91. sey

Fig. 91.

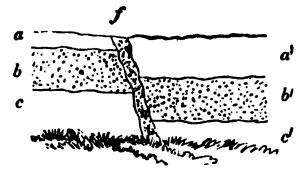


z. B. eine Charte von dem Theile eines Landes, der aus drei Gesteinen *a*, *b*, *c*, besteht, deren Schichten vertikal sind. Es ist klar, dafs, wenn sie von einer Verwerfung *f* durchsetzt werden, wodurch auf der einen Seite derselben die Schichten *a'*, *b'*, *c'* in vertikaler Richtung herabsinken, während sie doch noch grade auf die Schichten *a*, *b*, *c* passen, das Vorhandenseyn der Verwerfung nicht bemerkt wird. Betrachtet man ferner Fig. 91. nicht als Charte, sondern als Durchschnitt, so ist gleichfalls deutlich, dafs bei einer horizontalen Bewegung immer gleiche Schichten neben gleichen zu liegen kommen. Unter solchen Umständen wird der Beobachter oft finden, dafs bedeutende Quellen ihm von Nutzen sind, da sie häufig auf den Linien der Verwerfung hervorkommen. Er mufs da, wo er eine Verwerfung vermuthet, seine Aufmerksamkeit vornämlich auf diejenigen Stellen des Landes richten, wo dasselbe durchschnitten ist und daselbst nach Spuren von Verschiebungen forschen.

c) Hat ein Beobachter sich von dem Vorhandenseyn einer Verwerfung überzeugt, die oft ziemlich deutlich an Meeresklippen oder an solchen Orten wahrzunehmen ist, wo Gesteine von verschiedenem mineralogischen Charakter plötzlich in Berührung kommen, so mufs er bestimmen, ob die Seiten der Verwerfung sich berühren oder nicht. Er mufs sorgfältig darauf achten, ob Spuren einer Friktion vorhanden sind, wodurch die Seitenflächen polirt oder mit Furchen bezeichnet wurden, und ob letztere mit der angenommenen

Richtung der Verschiebung übereinstimmen. Wenn die Seitenwände einer Verwerfung sich nicht absolut berühren, wie in Fig. 92., so mufs er die zwischen den Wänden der

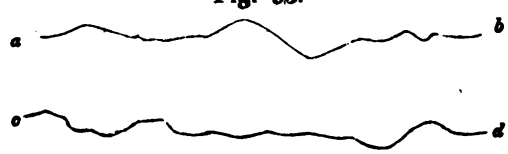
Fig. 92.



Verwerfung enthaltene Masse, Ausfüllungsmasse genannt, sorgfältig untersuchen. Die Ausfüllungsmasse der Verwerfung *f* stammt entweder von den Gesteinen *a*, *b*, *c*, oder anderswo her. Wurden die Wände der Verwerfung, ehe sie ihre jetzige relative Lage einnahmen, sehr gegen einander gerieben, so können die Bruchstücke mehr oder weniger zermalmt und pulverisirt seyn. Ist die Verwerfungskluft von ihrer Entstehung an offen gewesen, so werden die Bruchstücke durch ihre eigene Schwere fallen und wir müssen daher erwarten, dafs Bruchstücke des Gesteins *c* nicht über *b* Fig. 92. vorkommen.

d) Ein Beobachter mufs namentlich auf die Richtung einer Verwerfung achten und ihr allgemeines Streichen nach Norden, Osten, Süden oder Westen bestimmen, und, indem er die Abweichungen von ihrer Haupt-Streichungslinie sorgfältig aufzeichnet, die Reihe der Verwerfungen so weit als möglich zu verfolgen suchen, um zu bestimmen, welches die wahre Streichungslinie ist. Wenn z. B. *a b*, Fig. 93., die Linie einer Verwerfung von vier Meilen, und

Fig. 93.



der obere Rand dieses Blattes den Norden, der untere den Süden einer Charte darstellt, so ist die Richtung der Verwerfung *a b* von Osten nach Westen, ungeachtet der kleinen Abweichungen von dieser Richtung. Es ist klar, dafs wenn man nur kurze Strecken der Verwerfung zwischen den Punkten *a* und *b* untersucht, man leicht der Verwerfung

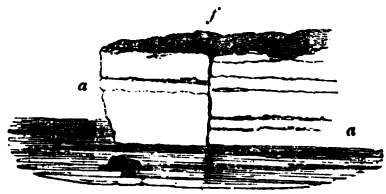
eine andere Richtung zuschreiben kann. Es ist daher nothwendig, die Verwerfungen, wenn es thunlich ist, auf beträchtliche Entfernungen zu verfolgen.

Kommen mehrere Verwerfungen in einer Gegend vor, so ist es immer wünschenswerth, zu wissen, wie weit sie einander parallel sind. In solchen Fällen mufs man, wie bei einer einzelnen Verwerfung, auf die allgemeine Erstreckung und nicht auf die Richtung kleinerer Theile Rücksicht nehmen. Es sey z. B. *c d*, Fig. 93., eine etwa vier Meilen lange Verwerfung, in demselben Distrikt, worin die Verwerfung *a b* vorkommt; dann kann man beide als parallel betrachten, obgleich kaum Theile von einer Viertel- oder halben Meile genau parallel sind. Der Maafsstab der Charten, worauf man diese Verwerfungen verzeichnet, ist natürlich entweder so grofs, dafs man die zahlreichen untergeordneten Richtungen angeben kann, oder so klein, dafs sie fast eine grade Linie bilden. Wir haben z. B. hier angenommen, dafs die Verwerfungen vier Meilen lang seyen. Nehmen wir nun an, sie erstreckten sich noch weiter, so kann es sich ereignen, dafs die Richtung, welche man der Verwerfung beilegt, nicht die wahre ist, nach demselben Grundsatze, dafs mehrere kleinere Theile von *a b* und *c d* nicht die wahren Richtungen angeben. Wenn ein Beobachter die Verwerfungen nur auf eine kurze Strecke, etwa eine Viertelmeile weit verfolgt, so wird häufig grofse Vorsicht nöthig seyn, ehe er eine bestimmte Richtung für die ganze Erstreckung der Verwerfung angiebt. Wird die Linie der Verwerfung nur so weit auf eine Charte niedergelegt, als sie beobachtet ist, so kann daraus kein Irrthum entstehen, indem diese Linie, wenn sie genau verzeichnet ist, nur eine blofse Thatsache darstellt, und Andere in den Stand setzt, die Schlüsse, welche etwa daraus abgeleitet werden, zu beurtheilen. Anders verhält es sich jedoch, wenn statt der Zeichnung blofse Worte angewendet werden. Wenn es nur heifst, dafs eine Verwerfung eine gewisse Richtung habe, ohne dabei zu bemerken, dafs diese Verwerfung nur eine kurze Strecke verfolgt wurde, so können wir dadurch zu Irrthümern verleitet werden, indem vielleicht die angegebene Richtung nicht die der ganzen Verwerfung ist, wenn sie auf gröfsere Entfernungen hin verfolgt wird.

e) Der Beobachter hat genau auf die Gröfse der durch eine Verwerfung bewirkten vertikalen Verschiebung zu achten, d. h. die senkrechte Entfernung, bis zu welcher die,

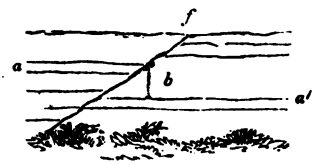
früher zusammenhängenden Gesteine auseinander gerissen worden sind. Die genaue Bestimmung dieser Gröfse erfordert Vorsicht und mehr vielleicht, als gewöhnlich darauf verwendet wird. Liegen die Schichten, wie in Fig. 94., ho-

Fig. 94.



rizontal, und ist die Zerreifsung vertikal, so giebt die senkrecht gemessene Entfernung der Schicht *a* auf der einen Seite von der Schicht *a'* auf der anderen Seite, die Gröfse der Verschiebung. Ist aber die Zerreifsung nicht in senkrechter, sondern in schiefer Richtung erfolgt, während die Schichten selbst ihre horizontale Lage beibehalten haben, wie in Fig. 95., wo dieselben Buchstaben dieselben Gegen-

Fig. 95.



stände bezeichnen, wie in Fig. 94., so würde die Entfernung, längs der Zerreifsungslinie gemessen, nicht die Gröfse der Verwerfung geben, wie sich aus der Vergleichung der Fig. 94. und 95. ergiebt, denn die Gröfse der vertikalen Verschiebung ist absichtlich in beiden gleich grofs angenommen. Um die Gröfse der Verwerfung genau zu bestimmen, mufs man von dem Ende des oberen Theiles der verschobenen Schicht, da, wo sie die Verwerfungskluft berührt, ein Bleiloth *b* herablassen, und der auf diese Weise gemessene Abstand der verschobenen Schichten giebt die verlangte Entfernung.

f) Der Beobachter wird leicht einsehen, dafs Schichten in Beziehung auf Zerreifsungen und Verwerfungen auf eine solche Weise vorkommen können, dafs es grofse Aufmerksamkeit erfordert, um die Gröfse der Verschiebung genau angeben zu können. Wir müssen es seinem Scharfsinn und

seiner Geschicklichkeit überlassen, in solchen Fällen den gesuchten Zweck zu erreichen, denn es würde zu viel Raum hinwegnehmen, wenn wir für die verschiedenen verwickelten Arten der Zerreifsungen der Schichten, die etwa vorkommen möchten, Anweisungen geben wollten.

g) Wir wollen hier die Aufmerksamkeit des Beobachters auf diejenigen gröfseren Verwerfungen von Gesteinen richten, aus welchen die Gebirgsmassen bestehen und die, mehr nach der einen, als nach der anderen Richtung gegen einander empor gepreſst, den Theilen erhobenen Landes ihre Entstehung gegeben haben, die gewöhnlich Gebirgszüge oder Gebirgsketten genannt werden. Solche Verschiebungen sind nur Verwerfungen in gröfserem Maafsstabe, als man sie so häufig in ebenen Ländern sieht. Die zerrissenen Massen sind gröfser, die Zerreifsungslinien länger und die Gröfse der vertikalen Verschiebung bedeutender. Sie sind indefs blofse Spalten an der Erdoberfläche, und der Beobachter wird ihre relative Wichtigkeit besser zu würdigen wissen, wenn er auf einer gewöhnlichen Erdkugel die Länge einer Bergkette mifst und ihre Höhe mit dem Durchmesser der Erde vergleicht, als wenn er allein nach Beschreibungen urtheilt, die, wie schön sie auch übrigens seyn mögen, doch zu falschen Vorstellungen von der relativen Wichtigkeit der Gebirge im Verhältnifs zu der ganzen Erdoberfläche führen. Wenn ein Beobachter in einem Gebirge so befangen wird, dafs er Alles um sich her nach seiner eigenen relativen Gröfse mifst, und in der eingebildeten Gröfse der ihn umgebenden Gegenstände die allgemeine Uebersicht der Spalten und getrennten Massen verliert, so ist es nicht wahrscheinlich, dafs er diesen Theil unseres Gegenstandes sehr fördern wird. Es ist jedoch keinesweges unsere Absicht, den Werth einer Gebirgslandschaft herabzusetzen; wir würden undankbar seyn, wenn wir dies wollten, denn unsere glücklichsten Augenblicke haben wir unter Gletschern, Bergströmen und in Schluchten verlebt, wo unsere Gefühle und unsere Gedanken nur mit dem beschäftigt waren, was uns umgab. Ein Beobachter kann wohl zugleich Geologe und Künstler seyn, aber wenn er als ersterer die Natur betrachtet, so mufs er, für diese Zeit wenigstens, den Künstler bei Seite setzen, und die Berge nur als verschobene, nach gewissen Linien emporgehobene Massen betrachten, die nur relativ geringe Erhöhungen und Vertiefungen auf der Erdoberfläche bilden.

h) Die Anleitungen, welche wir zur Beobachtung gerin-

gerer Verschiebungen der Gesteine gegeben haben, lassen sich auch auf die gröfseren anwenden. Die Mittel zur Bestimmung der Gröfse, um welche die Masse auf beiden Seiten der Verwerfung verschoben ist, sind natürlich komplicirter, als diejenigen, deren man sich bei geringen Verwerfungen bedient. Hat man das Fallen der Gesteine bestimmt, so mufs man die Gröfse der vertikalen Verschiebungen an den Abhängen des Gebirges trigonometrisch, oder mit Hülfe des Barometers zu bestimmen suchen. Die Gröfse der horizontalen Bewegung mufs auf die gewöhnliche Weise trigonometrisch gesucht werden. Da die Linien der Zerreifsung oder Verwerfung in Gebirgsketten wichtig sind für den Werth, welcher bestimmten Richtungen der Zerreifsung, die in gewissen geologischen Epochen vorherrschten, beizulegen ist, so mufs grofse Sorgfalt auf die Bestimmung dieses Punktes verwendet werden, indem der Beobachter gehörig berücksichtigt, dafs allgemeine Spaltungsrichtungen gesucht, und daher kleinere und untergeordnete Biegungen einer grofsen Zerreifsungslinie nicht damit verwechselt werden dürfen, wie oben bei den kleineren Verwerfungen angegeben wurde.

i) Befindet sich ein Beobachter unter verworrener Schichtung, so mufs er darauf achten, ob die Schichtung, wie es oft der Fall ist, ungeachtet ihrer Krümmungen, doch noch ein bestimmtes Streichen zeigt. Wenn die Zeilen dieses Blattes das Streichen der Schichten darstellen, so wird der Leser leicht einsehen, dafs das Papier, angenommen, es stelle eine Schicht vor, so gefaltet und zerknittert werden kann, dafs die gedruckten Zeilen die ausspringenden oder einspringenden Theile der Verdrehungen bilden, wobei die Reihen dieser Verdrehungen untereinander parallel sind. Wenn wir nun bei einem so gefalteten Stück Papier einen Theil der Oberfläche hinwegnehmen, so werden wir eine Reihe von Rändern erhalten, die völlig oder nahe parallel sind. Es stelle z. B. Fig. 96 die Enden mehrerer Stücken Papier oder Zeug

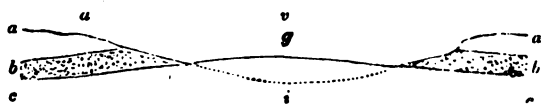
Fig. 96.

vor, welche in parallelen Linien gefaltet sind. Wenn wir nun annehmen, dafs dies eine Reihe von Gesteinen sey, die auf dieselbe Weise gewunden sind, wobei *a b* den Meeresspiegel

und *c d* die Umrisse mehrerer Berge darstellen, so werden wir in dem nicht punktirten Theile der Figur eine Ansicht erhalten, wie sie an mehreren Küsten, z. B. an der Küste, welche sich von Hartland Point (in Nord-Devonshire) südwärts erstreckt, vorkommt.

k) Es ist klar, dafs in einem Distrikt, wo verworrene Schichtung vorkommt, die allgemeine Ebene des trockenen Landes die Krümmungen der Schichten so schneiden kann, dafs zahlreiche Buckel der tieferliegenden Schichten durch höherliegende hervorragen, während letztere in beckenförmigen Vertiefungen der ersteren liegen. Wenn die annagenden Ursachen so auf die Oberfläche emporgehobener Schichten einwirken, dafs sie dieselben zu einer beckenförmigen Vertiefung aushöhlen, so nennt man diese Einsenkung einen Circus oder ein kreisförmiges Erhebungsthal. Wenn Fig. 97.

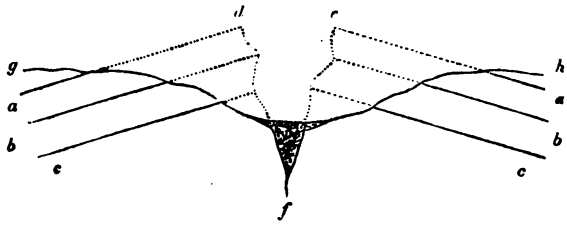
Fig. 97.



den Durchschnitt einer durch Verdrehung oder Aufwärtsbiegung der Schichten *a*, *b*, *c*, entstandenen Hervorragung derselben darstellt, und *c* ein Gestein ist, welches der Zerstörung an der Oberfläche besser widerstanden hat, als *a* und *b*, so ist die Einsenkung *v* das, was man einen Erhebungscircus nennt, wenn die Abhänge *d* und *e* eine Art von kreisförmigem oder länglich-rundem Walle um die Vertiefung *v* bilden, mit einigen Ausgängen für den Abflufs des in diese Einsenkung fallenden oder fliefsenden Wassers. Wir haben hier angenommen, dafs das Gestein *c* so weit den Angriffen an der Oberfläche widerstanden habe, dafs es in der Mitte der Einsenkung als eine kleine Anhöhe hervorragt, ein Fall, der nicht eben selten vorkommt. Dieselbe Figur kann zur Erläuterung dessen dienen, was man Erhebungsthäler nennt; wenn die punktirte Linie *i* die Sohle des Thales, *d* und *e* die Berge zu beiden Seiten bilden. In diesem Falle nehmen wir an, dafs das Gestein *c* bis zu der Linie *i* zerstört wurde, und der Beobachter mufs sich zu überzeugen suchen, ob das Thal nicht ein Rifs oder eine Spalte ist in emporgehobenen Schichten, die von der Mitte des Thales nach aufsen abfallen, oder ob es durch blofse Zerstörung aufwärts gebogener

Schichtung entstanden ist, wie es Fig 97. darstellt. Es sey z. B. Fig. 98. eine Spalte, in deren Richtung die Gesteine

Fig. 98.



a, *b*, *c*, gehoben wurden, so dafs die Schichten bei der ersten Zerreifsung eine offenstehende Kluft *d f e* bildeten. Wenn nun die zerrissenen Gesteine so zerstört worden sind, dafs die Linie *g h* die gegenwärtige Oberfläche des Landes bezeichnet, so möchte es scheinen, als ob die Umrisse der Schichten einfache, durch die Zerstörung des Landes im Allgemeinen entstandene Kurven darstellten. Der Beobachter mufs daher seine Aufmerksamkeit auf die Mitte des Thales richten und darauf achten, ob die Gesteine quer über das Thal hinüber zusammenhängen, oder ob der Boden desselben bis zu einer solchen Tiefe aus Geröll oder anderem Detritus besteht, dafs wahrscheinlich der untere Theil einer Spalte dadurch ausgefüllt worden ist. Wenn er sorgfältig das Fallen zu beiden Seiten des Thales bestimmt und dann einen proportionalen Durchschnitt des ganzen Thales anfertigt, d. h. einen Durchschnitt, worin die Höhen und die Entfernungen nach demselben Maafsstabe gezeichnet werden, so wird er auch zu beurtheilen im Stande seyn, ob eine grofse Biegung oder eine Zerreifsung der Gesteine die wahrscheinlichste Erklärung für diesen Fall darbietet.

XXI. Zerklüftung der Gesteine.

Sowohl die massigen, als die in Lagen getheilten Gesteine, welche geschichtete genannt werden, sind zuweilen nach gewissen Richtungen gespalten, die äusserst täuschend sind und von dem ungeübten Beobachter leicht mit Schichten verwechselt werden können. Es sind in der That durch die Unaufmerksamkeit auf die Zerklüftung viele Irrthümer entstanden.

a) In kleinem Maafstabe findet man die Zerklüftung häufig im Thonschiefer. Fig. 99. sey der Durchschnitt einer

Fig. 99.

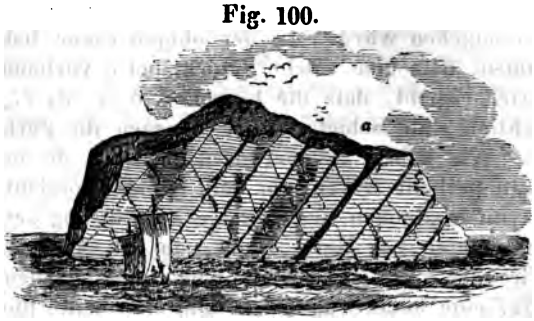
Klippe, die, mit Ausnahme der Schicht *c*, aus Thonschiefer besteht, und zwei Spaltungsrichtungen zeigt, indem die Ebenen *a*, *b*, *d*, *e*, *f*, g, *h* nach der einen, und die Blätter des Schiefers nach der anderen Richtung fallen, welche durch die kurzen Linien in der Figur angedeutet ist. Hier kann es den Beobachter in Verlegenheit setzen, welche von den Spaltungsebenen er für die Zerklüftung halten soll, denn er mufs keinesweges glauben, dafs die Blätter des Schiefers immer durch Zerklüftung entstanden sind und dafs die Spaltungsebenen der gröfseren Massen die Schichtung bezeichnen; da wir im Schiefergebirge mehrere Beispiele gesehen haben, wo die Blätter des Schiefers den Schichtungsebenen parallel, die gröfseren Massen dagegen durch Zerklüftung entstanden waren. Wo Schwierigkeiten dieser Art statt finden, mufs der Beobachter sorgfältig nachforschen, ob nicht eine zwischengelagerte Schicht, z. B. von Sandstein oder dergl. vorkommt, die ihm dann die wahre Richtung der Schichten angeben würde. In der obigen Figur haben wir angenommen, dafs eine solche Schicht bei *c* vorhanden sey, woraus sich ergiebt, dafs die Linien *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h* die Schichtung, die Schieferblätter dagegen die Zerklüftung andeuten. Wir haben Schieferfelsen gesehen, die nach drei Richtungen getheilt waren, so dafs grofse Vorsicht nöthig war, um zu bestimmen, welches die Zerklüftung sey. Dies ist unter anderen bei Morte Point, an der Nordküste von Devonshire der Fall. Eine Reihe von Spaltungsebenen fällt nordwärts, eine andere südwärts und eine dritte durchsetzt beide senkrecht von Süden nach Norden. Glücklicherweise bieten einige nicht weit von einander vorkommende dichte Schichten das Mittel dar, das wahre Fallen und Streichen der Schichten zu bestimmen. Da dies jedoch nicht immer der Fall ist, so müssen wir dem Beobachter rathen, bei Bestimmung des Streichens und Fallens der Thonschieferschich-

ten auf seiner Hut zu seyn, namentlich, wenn keine natürliche oder künstliche Durchschnitte vorhanden sind.

b) Zuweilen durchsetzen die Zerklüftungen auf gleiche Weise den Thonschiefer und Sandstein oder andere dichte, mit denselben vorkommende Schichten. In der Grauwacken-Gruppe ist dies nicht eben selten. Die Zerklüftungen sind dann am häufigsten senkrecht auf die allgemeine Schichtungsebene. Ist dies nicht der Fall, so kann der Beobachter sie wohl kaum mit den Schichtungsebenen verwechseln; denn er wird, indem er die Richtung der ähnlichen Massen, z. B. des Sandsteins, bestimmt, sich leicht über die Schichtung Gewifsheit verschaffen können. Ist die Zerklüftung aber senkrecht auf das Fallen der Schichten, so wird er sie leicht für Verwerfungen halten. In solchen Fällen mufs er sehen, ob eine Verschiebung der Schichten statt findet, oder ob die Spaltungen blofs in bestimmten Richtungen niedersetzen, ohne die relative Lage der Schichten zu verändern.

c) In dem dunkel gefärbten, dichten Kalkstein, wie er in der Kohlen- und Grauwackengruppe in England vorkommt, sind Zerklüftungen, die sich durchkreuzen, keine seltene Erscheinung. Sie erfordern die Aufmerksamkeit des Beobachters, da zahlreiche übereinander liegende Schichten oft dieselbe mineralogische Beschaffenheit haben, so dafs, wenn keine organische Reste vorhanden sind, die wahre Schichtung nicht leicht zu bestimmen ist. Es sey z. B. Fig. 100. ein, isolirt im Meere stehender Kalksteinfelsen, der von

Fig. 100.

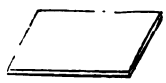


zwei Reihen paralleler und einander durchkreuzenden Spaltungslinien durchsetzt wird. In solchen Fällen mufs der Beobachter eine schmale, zwischengelagerte Schieferschicht aufzufinden suchen, welche ihm das wahre Streichen und Fallen anzeigt. Wir haben hier angenommen, dafs eine solche Schicht bei *a* vorkomme. Ist dergleichen nicht auf-

zufinden, so mufs er zu bestimmen suchen, ob nicht irgend eine Schicht vorkommt, die von den übrigen verschieden ist, indem sie vorwaltend nach einer Richtung geht; vorzüglich mufs er jedoch nach organischen Resten forschen, da getrennte Schichten oft ausgezeichnete Ansammlungen derselben enthalten.

d) In einigen dichten Sandsteinen, namentlich in den zur Grauwackengruppe gehörigen, findet man Schichten, die in rhomboidale Prismen oder in andere ähnlicher Art, wie es Fig. 101. darstellt, zerklüftet sind. Der Beobachter hat nun darauf zu sehen, in wie fern sie in denselben Schichten sich im Allgemeinen ähnlich sind und in wie fern ihre Form, nach ihrer mineralogischen Struktur, verschieden ist. Da man dem Studium dieser Zerklüftung im Kleinen bisher wenig Aufmerksamkeit geschenkt hat, so ist es wünschenswerth, dafs Sammlungen von diesen rhomboidalen oder prismatischen Massen veranstaltet werden, um die Ursache ihrer Entstehung erforschen zu können.

Fig. 101.

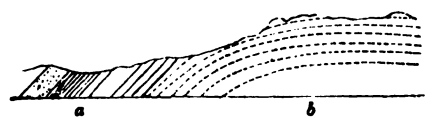


e) Zerklüftung ist keinesweges auf diejenigen Gesteine beschränkt, welche in Schichten abgetheilt und aus dem Wasser abgesetzt sind. Auch Gesteine, die sonst massig seyn würden und deren Entstehung man dem Feuer zuschreibt, werden von Klüften durchsetzt. Bei dem Granit ist dies sehr gewöhnlich, und Theile dieses Gesteins erscheinen dadurch oft wie durch Kunst gebildet. Gewöhnlich ist der Granit in zahlreiche kurze, rechtwinklichte Prismen getheilt, die, wenn sie der Einwirkung der Atmosphäre oder des Meeres ausgesetzt sind, oft das Ansehen grofser Ruinen haben. Die Blöcke sind meistentheils so übereinander gehäuft, dafs sie, wie in Fig. 102., lange Prismen bilden, die aus mehreren von gleicher Grundfläche bestehen.

Fig. 102.

f) Ein Beobachter mufs bei der Zerklüftung von emporgedrungenem Granit sorgfältig seine Aufmerksamkeit auf den Einfluſs richten, welchen die anliegende Oberfläche früher schon vorhandener Gesteine dadurch auf die Richtung dieser Zerklüftung ausübte, daſs sie ihr eine bestimmte Form gab. Wenn z. B. Fig. 103. die Berührung des emporgedrun-

Fig. 103.



genen Granites *b*, mit einem älteren geschichteten Gestein *a*, welches offenbar von ersterem aufgerichtet worden ist, darstellt, so mufs der Beobachter erforschen, in wie fern die untere Fläche des Gesteins *a* auf die oberen Spaltungslinien des Granits *b* von Einfluſs gewesen ist. Wir haben oft gesehen, daſs in solchen Fällen die Zerklüftungen die Richtung haben, wie die punktirten Linien in *b*, wodurch der Granit da, wo er die geschichteten Gesteine berührt, auf den ersten Anblick in Schichten getheilt zu seyn scheint, welche dasselbe Fallen haben, wie die des letzteren. Um sich zu überzeugen, daſs dies keine wahren Schichten sind, mufs er senkrechte Zerklüftungen aufsuchen, welche die scheinbaren Schichten gerade durchsetzen. Er wird oft zwei Arten von senkrechten Ebenen finden, die sich rechtwinklich schneiden, so daſs die Granitmasse dadurch in zahlreiche Blöcke getheilt wird, die sich in Masse erheben und diejenigen malerischen Gipfel bilden, welche in dem Distrikte Dartmoor in Devonshire Tors (Thürme) genannt werden.

g) Wenn der Granit und einige andere durch das Feuer gebildete Gesteine sich in einem Lande in der Gestalt von groſsen Buckeln erheben, so wird man häufig bemerken, daſs sich dort dieselbe Tendenz zu einer Reihe von Spaltungsrichtungen zeigt, die mit der äuſseren Form des Buckels korrespondiren, und daſs diese wieder von anderen Zerklüftungen, die einander fast rechtwinklich durchschneiden, durchsetzt werden. Bei Gesteinen, die durch das Feuer gebildet wurden und in der Form eines Buckels vorkommen, wie Fig. 104., hat der Beobachter darauf zu sehen, in wie fern

Fig. 104.

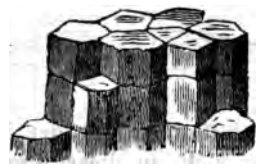
eine Reihe von Zerklüftungen mit der äufseren Oberfläche korrespondirt, wie es z. B. in dieser Figur mit dem Umrifs der Oberfläche *a b* und den punktirten Linien der Fall ist.

h) Da, wo sich im Feuer gebildete Gesteine mit denjenigen berühren, welche sie durchbrochen haben, mufs der Beobachter sorgfältig Spuren von Zerklüftungen aufzufinden suchen. Sehr häufig ist dies nicht möglich; da wir aber zuweilen bemerkt haben, dafs die im Feuer gebildeten Gesteine, wie gewisse Porphyre und Grünsteine, durch Zerklüftung deutlich in parallele Lagen getheilt waren, so dafs sie dadurch eine schiefrige Struktur erhielten, so empfehlen wir mehr Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand, als demselben bisher zu Theil geworden ist.

i) In allen Fällen, wo Zerklüftung, sey es in geschichteten oder ungeschichteten Gesteinen, vorkommt, mufs der Beobachter besondere Aufmerksamkeit auf die Richtung oder das Streichen der Zerklüftungslinien richten, namentlich derjenigen, welche nahe oder völlig senkrecht sind. Man hat in einigen Ländern beobachtet, dafs sie sehr konstant gewisse Richtungen über beträchtliche Strecken, selbst durch verschiedene Gesteine hindurch, verfolgen. Diese Richtungen müssen nach dem wahren, nicht nach dem magnetischen Norden bestimmt werden.

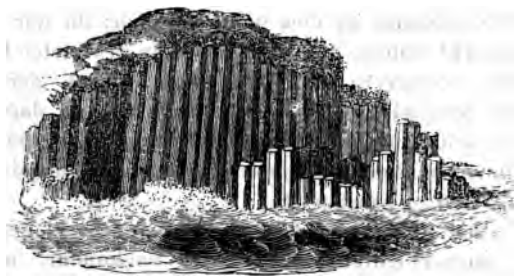
k) Gewisse, durch das Feuer gebildete Gesteine sind in zahlreiche Prismen getheilt, und werden daher Gesteine von säulenförmiger Struktur genannt. Wir wollen hier nicht untersuchen, ob diese Art der Zerspaltung auch strenge genommen Zerklüftung genannt werden kann, sondern die Erscheinung, dem Gebrauch gemäfs, hier anführen. Der Riesenweg und die Insel Staffa sind wohlbekannte Beispiele der säulenförmigen Struktur des Basaltes auf den Britischen Inseln. In beiden Fällen besteht der Basalt aus Schichten, die nach und nach in geschmolzenem Zustande übereinander hin geflossen zu seyn scheinen, und durch eigenthümliche Umstände säulenförmig abgetheilt worden sind. Ist die säulenförmige Struktur entwickelt, so mufs der Beobachter darauf achten, ob die Säulen gegliedert sind, wie in Fig. 105., oder

Fig. 105.



ob sie, ihrer ganzen Länge nach, aus einem Stücke bestehen, wie es Fig. 106. darstellt. Haben die Säulen eine beträchtliche

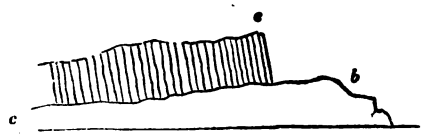
Fig. 106.



Höhe, so müssen sie gemessen werden. Zu Fairhead, an der Nordostküste von Irland, findet man sie bis zu einer Höhe von 317 Fufs. Auch die Zahl der Seiten der Prismen mufs aufgezeichnet werden, so wie, ob die Prismen in dieser Beziehung sehr verschieden, oder meistentheils sechsseitig sind.

l) In allen Fällen, wo der Beobachter ein Gestein mit säulenförmiger Struktur auf einem anderen Gestein aufliegen sieht, mufs er darauf achten, ob die Säulen auf die Ebene des unterliegenden Gesteins rechtwinklich stehen. Ist z. B. *a b* Fig., 107., der Durchschnitt eines Gesteins, auf dem ein

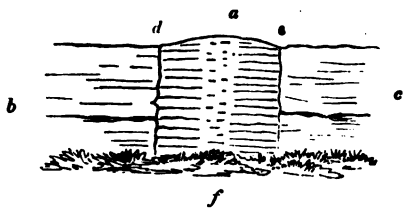
Fig. 107.



anderes, *c*, mit säulenförmiger Struktur ruht, so ist genau darauf zu sehen, ob die Säulen von *c* senkrecht oder nicht auf *a b* stehen. Bei der säulenförmigen Struktur, welche man zuweilen bei den durch Feuer gebildeten Gesteinen

findet, die in Gängen (*dykes*, s. pag. 24.) vorkommen, mufs bemerkt werden, ob die Säulen sich von den Wänden des Ganges aus senkrecht nach der Mitte desselben hin erstrecken. Es sey z. B. *a*, Fig. 108., ein Gang eines durch Feuer gebil-

Fig. 108.



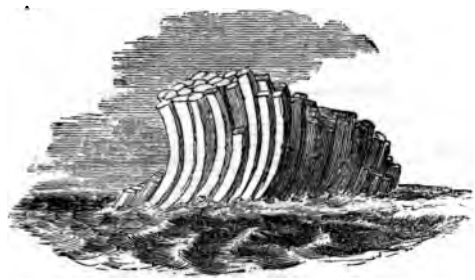
deten Gesteins, der zwischen die, früher zusammenhänden Schichten *b c* eingedrungen ist; dann mufs der Beobachter untersuchen, ob die Säulen von den Seitenwänden des Ganges, *d* und *e*, senkrecht ausgehen, wie es in dieser Figur angenommen ist, und ob in diesem Falle, in dem mittleren Theile des Ganges, *a f*, eine verworrene Struktur herrscht, wie es diese Figur zeigt, oder ob die Säulen ununterbrochen von der einen Wand zu der anderen hinüber reichen.

m) Die durch Feuer gebildeten Gesteine, welche eine säulenförmige Struktur zeigen, sind sehr verschiedenartig; es gehören dahin einige Lavaströme, die Basalte, Trachyte, Pechsteine, Grünsteine, zahlreiche Porphyre und andere dieser Art. Der Beobachter darf daher nicht glauben, dafs ein Gestein, welches säulenförmige Struktur zeigt, deshalb nothwendig basaltisch seyn mufs, wie es wohl zuweilen von denjenigen angenommen wird, die unbekannt mit der Geologie sind. Diese Struktur beweist nicht einmal die Entstehung des Gesteins durch Feuer, da man gefunden hat, dafs auch die durch das Wasser gebildeten Schichten, z. B. Sandstein, in der Berührung mit ersteren, säulenförmig erscheinen. Man hat dies der lange anhaltenden Hitze zugeschrieben, welcher die aus dem Wasser entstandenen Gesteine bis zur gänzlichen Abkühlung der geschmolzenen Massen ausgesetzt waren, da man ähnliche Wirkungen auch auf künstlichem Wege hervorbringen kann *).

*) Quarterly Journal of Science, 1829. *De la Beche*, Geological Manual, pag. 471, 472. *K. C. v. Leonhard*, die Basalt-Gebilde etc. Abth. II. pag. 511.

n) Die Säulen sind nicht immer gerade, sondern zuweilen gekrümmt, wie in Fig. 109. In solchen Fällen wäre es

Fig. 109.



wünschenwerth, wo möglich zu untersuchen, welche modificirende Umstände diese Abweichung von dem gewöhnlicheren Vorkommen erzeugt haben, ob sie durch eine Unregelmäfsigkeit der Oberfläche, auf der das säulenförmige Gestein ruht, oder durch irgend eine in dem letzteren selbst liegende Ursache bewirkt worden ist.

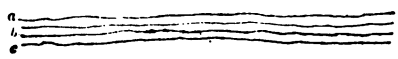
XXII. Versteinerungsführende Gesteine, oder diejenigen Gesteine, welche im Grossen und Ganzen organische Ueberreste enthalten.

Nachdem wir oben (pag. 7.) gezeigt haben, dafs nicht jede zu dieser Klasse gehörige Schicht nothwendig organische Reste enthalten mufs, und (pag. 11.) die Namen, welche einer jeden Gruppe dieser Klasse gegeben worden sind, nach ihrer relativen Altersfolge und ihrer Uebereinanderlagerung angeführt haben, wollen wir jetzt zu der Weise, sie zu beobachten, übergehen. Man hat hierbei drei Hauptpunkte zu bestimmen, nämlich die relative Ordnung der Aufeinanderfolge, die Art ihrer Bildung, und die Natur der in ihnen enthaltenen organischen Reste.

a) Direkte Beobachtungen über die wirkliche Auflagerung einer Reihe oder Gruppe von Schichten sind natürlich die wichtigsten; denn welcher Werth auch der mineralogischen Struktur oder den organischen Einschlüssen, als charakteristisch für gleichzeitige Ablagerungen über mehr oder weniger ausgedehnte Räume, beigelegt werden mag, so hängt doch die Wichtigkeit dieser angenommenen Merkmale erst

von Beobachtungen ab, die den wirklichen Zusammenhang der Ablagerungen selbst darthun. Wenn Fig. 110. einen

Fig. 110.



Durchschnitt darstellt, in welchem drei Gruppen von Schichten ununterbrochen von *a*, *b*, *c* auf der einen Seite, nach *a'*, *b'*, *c'* auf der anderen Seite verfolgt werden können, so ist es klar, dafs, wenn man den Zusammenhang und die Verschiedenheit der Masse dieser drei Gruppen zu beweisen im Stande ist, dieselben in Beziehung auf mineralogische Struktur und organische Einschlüsse bei *a*, *b*, *c* und *a'*, *b'*, *c'* völlig verschieden und doch, geologisch betrachtet, von respektive gleichzeitiger Entstehung seyn können. Mineralogische Struktur und organische Reste müssen, welches auch ihr Werth seyn mag, der wirklichen Auflagerung nachgesetzt werden.

b) Wenn Gesteine von allem Pflanzenwuchs oder anderer Bedeckung entblöfst wären, so dafs ein Beobachter wirklich auf einer Reihe oder Gruppe von Schichten von einem Theile eines Landes in einen anderen, oder selbst durch mehrere Länder hindurch, fortgehen könnte, so würde er beständig finden, dafs in jeder Gesteinreihe oder Gruppe, welche er verfolgt, Veränderungen in der mineralogischen Zusammensetzung oder in dem organischen Charakter eintreten. Da dies indefs nicht der Fall ist, so mufs er zur Belehrung über diesen Gegenstand natürliche oder künstliche Entblöfsungen von Gesteinen aufzufinden suchen. Er findet sie an Meeresküsten, Flufsufern, zwischen Bergen, in Schluchten aller Art, in Bergwerken, Landstrafsen, längs Kanälen u. s. w. Ein Beobachter mufs natürlich von einem Orte ausgehen, wo die Reihe oder Gruppe von Schichten, welche er untersuchen will, eine bestimmte mineralogische Zusammensetzung hat, und, wie in dem vorliegenden Falle, bestimmte organische Reste enthält. Der angehende Geologe wird hier die sehr richtige Frage aufwerfen, wie er wissen kann, ob er sich auf einer besonderen Reihe oder Gruppe von Gesteinen befindet, wenn gleichzeitige Ablagerungen an verschiedenen Orten eine verschiedene mineralogische Zusammsetzung zeigen und selbst in ihren organischen Einschlüssen abweichen; obgleich viele Geologen so grofses Vertrauen in den letzteren

Charakter setzen, dafs sie ihn allen anderen vorziehen und ihn als entscheidenden Beweis betrachten. Wir würden dem Beobachter in Europa rathen, diejenigen verschiedenen Gruppen anzunehmen, in welche die Geologen, nach Ueberwindung beträchtlicher Schwierigkeiten, die versteinerungsführenden Gesteine dieses Erdtheiles eintheilen. Mehrere derselben sind allerdings sehr künstlich, aber sie sind, bei dem jetzigen Stande der Wissenschaft, jedenfalls sehr bequem. In anderen Theilen der Erde, wo die geologischen Beobachtungen noch nicht eine solche Ausdehnung erreicht haben, müssen wir den Beobachtern ernstlich anempfehlen, die Länder nur in Bezug auf ihre mineralogische Zusammensetzung zu untersuchen, und nicht blofs die in Europa besonderen Gruppen gegebenen Namen anzuwenden. Es ist klar, dafs bestimmte Gruppen der versteinerungsführenden Gesteine künftig mit verschiedenen Abänderungen von Europa bis nach Asien und Afrika verfolgt werden mögen, aber wenn dergleichen Gesteine an entfernten Orten, z. B. in Indien, ohne dazwischen liegende Vergleichungspunkte, mit allen Unterabtheilungen Europäischer Ablagerungen als dieselben angenommen werden, so ist man offenbar in Gefahr, die gröfsten Irrthümer zu begehen.

c) Hinsichtlich eines beträchtlichen Theiles von Europa, namentlich seiner westlichen Länder, findet ein Beobachter in verschiedenen geologischen Charten, Abhandlungen, Lokalbeschreibungen so viele wichtige Aufschlüsse, dafs es wohl nur wenige Gegenden giebt, wo er nicht über die vermuthete allgemeine Zusammensetzung einer Oertlichkeit, die er zu untersuchen wünscht, Auskunft erhalten könnte, und so weit wir nach unserer, jetzt fast zwanzigjährigen Erfahrung urtheilen können, werden die aufgeklärteren Geologen ihn stets bereitwillig bei seinen Arbeiten unterstützen. Doch sollte er, um sich zu überzeugen, dafs die herrschende Ansicht die richtige ist, die relative Aufeinanderfolge der Gesteine in dem von ihm zu erforschenden Distrikt untersuchen, und er kann dies ausführen, ohne zu wissen, zu welcher Gruppe die vorliegenden Gesteine später gerechnet werden müssen. Anweisungen in Betreff dieses Gegenstandes gelten natürlich auch für solche Länder, wo die Gesteine, aus Mangel an hinreichend ausgedehnten Beobachtungen, noch nicht in Gruppen getheilt sind.

d) Wir wollen annehmen, dafs ein Beobachter eine Reihe von Klippen vor sich hat, wie sie in Fig. 111. dargestellt

Fig. 111.

sind, und dafs er seine Untersuchungen mit dem untersten, noch sichtbaren Gestein *a* beginnt. Er wird dann die mineralogische Zusammensetzung desselben untersuchen, d. h. er wird sehen, ob sie aus Mergel, Sandstein, Kalkstein u. s. w. bestehen. Ist z. B. *a* ein aus zahlreichen Schichten bestehender Kalkstein, so mufs der Beobachter zuerst untersuchen, ob organische Reste darin vorkommen. Wir wollen hier annehmen, er finde dergleichen auf und unterscheide die in jeder Schicht enthaltenen Versteinerungen sorgfältig durch Zeichen von einander, so dafs kein Irrthum möglich ist. Es sey ferner *b* ein kiesliger Sandstein, den wir daher von dem Kalkstein *a* trennen, weil offenbar die Ursachen, welche einen Sandstein erzeugten, von denjenigen verschieden seyn müssen, wodurch ein Kalkstein hervorgebracht wurde. Er mufs nun sehen, ob organische Reste in dem kiesligen Sandstein vorkommen, und auf gleiche Weise mit den Gesteinen *c*, *d*, *e*, *f* verfahren, die wir als mineralogisch verschieden und deutlich aufeinander liegend, annehmen, wobei er sich durch genaue Untersuchungen überzeugen mufs, dafs jede Möglichkeit eines Irrthums in dieser Beziehung sorgfältig vermieden worden ist.

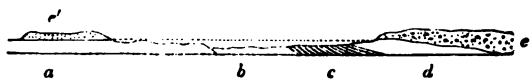
Indem er auf diese Weise fortschreitet, erhält er eine gewisse Reihe von Ablagerungen, die er vorläufig als verschieden von einander betrachtet. Er kann nun entweder andere Gesteine aufsuchen, die über oder unter dieser Reihe vorkommen, oder die horizontale Fortsetzung derselben durch den Distrikt verfolgen. In letzterem Falle erhält er eine Kenntnifs der Aufeinanderfolge der in dem Klippen-Durchschnitt vorkommenden Gesteine, und ist daher im Stande, jede Veränderung zu würdigen, welche etwa in der mineralogischen Zusammensetzung oder in ihren organischen Einschlüssen statt findet, so wie er sich von dem Punkte entfernt, wo er zuerst ihre relative Auflagerung beobachtete. Wenn er alle sich ihm darbietenden natürlichen und künstlichen Hülfsmittel sorgfältig benutzt hat, so wird er sehen, ob zwei Gesteine, die in dem zuerst angeführten Durchschnitte völlig geschieden waren, sich zu einer einzigen Ablagerung vereinigen, oder, ob andererseits ein Gestein allmä-

lig sich zwischen zwei anderen entwickelt, so dafs es nöthig wird, zwischen zwei Gesteinen ein drittes zu unterscheiden, von welchem am Anfange des Durchschnittes keine Spur vorhanden war.

Wir haben in dem Durchschnitt Fig. 111 die einfachste Art der Auflagerung angenommen, nämlich die, wo die Gesteine parallel über einander liegen, welches man die gleichförmige Lagerung nennt. Der Raum gestattet es nicht, alle die verschiedenen Arten der Auflagerung der Gesteine anzuführen. Das Princip der Untersuchung bleibt jedoch immer dasselbe. Der Hauptzweck ist direkte Ueberzeugung von der relativen Auflagerung der verschiedenen beobachteten Gesteine.

e) Es möchte gut seyn, hier mit wenigen Worten diejenige Art der Auflagerung anzuführen, welche abweichende Auflagerung genannt wird, da sie leicht zu falschen Schlüssen führen kann. Fig. 112. sey z. B. der mehrere Meilen lange

Fig. 112.

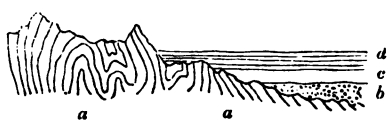


Durchschnitt eines Landes, und der Beobachter sey mit der Untersuchung des zur Linken liegenden Theiles desselben beschäftigt. Er findet, dafs das Gestein *e'* auf *a* ruht, zeichnet dies auf und richtet die nöthige Sorgfalt auf die mineralogische Zusammensetzung und die organischen Einschlüsse dieser Gesteine. Er schliefst nun vielleicht, dafs *e'* überhaupt in der Reihe der Gesteine auf *a* folgt. Nehmen wir an, dafs der Beobachter seine Untersuchungen auch nach dem zur Rechten liegenden Theile ausdehnen will, und dafs er nach dieser Richtung fortgeht, bis er das Gestein *b* antrifft. Bei der Untersuchung desselben wird er zu seinem Erstaunen finden, dafs es weder in Hinsicht seines mineralogischen noch seines organischen Charakters dasselbe ist, wie *e'*, und dennoch folgen beide in der Auflagerung auf *a*. Er wird vielleicht, ungeachtet der angegebenen Abweichung, glauben, dafs *b* die Fortsetzung von *e'* sey. Dies wäre offenbar falsch, da *e'* eine abweichende Auflagerung und die Fortsetzung ist von dem auf der rechten Seite gelegenen Gestein *e*, das in der Auflagerungsfolge nach *d* kommt, welches wieder durch *b* und *c* von *a* getrennt wird. In solchen Fällen bildeten einst *e* und *e'* ein Continuum und wurden durch Ur-

sachen getrennt, welche nicht nur den Zusammenhang zwischen *e* und *e'*, sondern auch noch einen Theil der unterliegenden Schichten zerstörten. Jede neuere Ablagerung kann natürlich die ältere abweichend überlagern, während zahlreiche Zwischenglieder, welche die Reihe der Gesteine in einem bestimmten Theile der Erde vervollständigen würden, zwischen ihnen fehlen.

f) Gruppen von Gesteinen, welche zwar aus Schichten bestehen, die mineralogisch von einander verschieden sind, wie Mergel, Sandstein, Konglomerate und Kalksteine, die aber andere Gruppen abweichend überlagern, müssen gehörig beachtet werden, namentlich wenn das Ansehen der unteren Schichten uns zu dem Schlusse berechtigt, dafs sie, vor der Bildung der oberen Gesteine, den Einwirkungen einer störenden Kraft ausgesetzt gewesen sind. In Fig. 113. stelle *a a* ein bestimm-

Fig. 113.



tes Gestein dar, z. B. einen dunkelgefärbten Kalkstein und Thonschiefer, die theilweise von einem rothen Konglomerate, *d*, einem lichten Kalkstein, *c*, und einem grauen Mergel, *b*, bedeckt sind. Es ist nun leicht einzusehen, dafs *a a*, vor der Ablagerung von *b*, *c*, *d*, beunruhigt und verworfen wurde, und dafs *d* nicht nothwendig das in der Reihe zunächst auf *a* folgende Gestein seyn mufs, da an solchen Punkten, wohin die störende Kraft ihre Wirkungen nicht ausdehnte, sich ruhig Ablagerungen zwischen *a* und *b* gebildet haben können. In dem Durchschnitt Fig. 113. gewinnt der Beobachter die Ueberzeugung, dafs die Gesteingruppe *b*, *c*, *d* ruhig auf die aufgerichteten und verworfenen Schichten *a a* abgelagert wurde und dafs sie daher, wenigstens an dieser Stelle, nicht zu derselben Gruppe gehört. Verfährt man auf diese Weise, ohne sich ausschliefslich auf die mineralogische Struktur oder auf den organischen Charakter zu beschränken, obgleich beide höchst nöthige Hülfsmittel sind, so lassen sich in ausgedehnten Distrikten verschiedene Gruppen von Gesteinen aufstellen, die, im Grofsen und Ganzen, in einer Reihenfolge, aber unabhängig von einander, gebildet wurden.

g) Ein Beobachter darf nicht vergessen, dafs ein besonderer Theil der Erdoberfläche, in Bezug auf einen anderen, eine solche Lage gehabt haben kann, dafs die Spuren einer Reihe von Ablagerungen, die an einem Orte entstanden, an einem anderen sehr abweichend seyn können, wenn sie überhaupt vorkommen. Es ist schwierig, dies auf einem so kleinen Raume, wie dieses Blatt, durch eine Figur darzustellen; doch kann die Skizze in Fig. 114. vielleicht dazu beitragen, dem Leser den Gegenstand deutlicher zu machen. Es sey hier der Bogen *a b* ein Durchschnitt des Meeresspiegels unseres

Fig. 114.

Planeten, *c d*; die feste Oberfläche der Erde bildet bei *e*, wo sie sich über den Meeresspiegel erhebt, trockenes Land; dagegen bei *d*, wo sie unter denselben hinabsinkt, den Boden des Meeres. Es ist nun klar, dafs sich bei *d* zahlreiche Meeresablagerungen bilden können, während bei *c* nur vergleichungsweise geringe Ablagerungen aus Süfswasserseen und Flüssen entstehen. Letztere sind vielleicht nach einer gewissen Zeit kaum wahrzunehmen, während erstere stets gleich häufig sich bilden. Man vergleiche z. B. die Gröfse der Ablagerungen, welche sich jetzt auf der Oberfläche der Britischen Inseln bilden, mit denjenigen, die sich in den umliegenden Meeren absetzen. Findet in dem, in Fig 114. dargestellten Theile der festen Erdoberfläche eine solche Veränderung statt, dafs die punktirte Linie *e f* die relative Stellung derselben gegen den Meeresspiegel anzeigt, von dem wir des Beispiels wegen annehmen, dafs er nahe derselbe bleibt; so wird nun *e* den Meeresboden und *f* das trockene Land bilden; es werden daher auf der Oberfläche *e* die Ablagerungen aus dem Meere, und auf *f* Niederschläge aus Landgewässern entstehen. Der Einfachheit wegen sind wir genöthigt gewesen, anzunehmen, dafs diese Aenderungen in der relativen Lage von Land und Meer auf eine solche Weise statt gefunden haben, dafs der Punkt *h* stets die Küste bildet. Es ist wohl kaum nöthig, zu bemerken, dafs dies höchst unwahrscheinlich ist. Der Raum gestattet jedoch keine weitere Ausführung und es wird dem Beobachter keine Schwierig-

keit machen, sich zahlreiche Modifikationen zu denken. In solchen Fällen ist es wahrscheinlich, dafs an den entferntesten Punkten, *a* und *b*, die gröfsten Unterschiede, der geringste dagegen an dem zwischen beiden liegenden Punkte *h* statt finden werden.

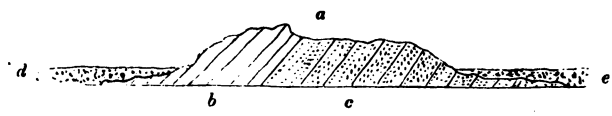
h) Wir wollen jetzt zeigen, wie man die mineralogische Struktur der versteinerungsführenden Gesteine beobachtet, nicht weil wir diese Struktur für wichtiger halten, als den organischen Charakter, d. h. den allgemeinen Charakter der in jenen Gesteinen vorkommenden organischen Reste, sondern weil die Masse jener Gesteine aus unorganischen Mineral-Substanzen besteht. Aus dem gegenwärtigen Zustande dieser Substanzen schliefsen wir, dafs sie entweder auf mechanische oder chemische Weise abgesetzt worden; d. h. sie wurden entweder durch fliefsendes Wasser fortgeschwemmt, aus fliefsendem oder stehendem Wasser, worin sie mechanisch schwebend enthalten waren, abgesetzt, oder sie sind aus Meerwasser oder aus süfsem Wasser, worin sie aufgelöst enthalten waren, auf chemische Weise niedergeschlagen.

i) Findet ein Beobachter ein Konglomerat, d. h. eine Anzahl abgerundeter Bruchstücke, die durch ein Bindemittel, z. B. Sandstein, Kalkstein, Thon u. s. w. verbunden sind, so mufs er zuerst die Beschaffenheit dieser Geschiebe zu bestimmen suchen. Er mufs sehen, ob sie aus Gesteinen bestehen, die in der Nähe vorkommen, die natürlich älter seyn müssen, als das Konglomerat, weil sie sonst nicht darin eingeschlossen seyn könnten. Sind die Bruchstücke von verschiedener Art, so mufs er das relative Verhältnifs einer jeden, so wie die relative Entfernung, aus welcher, und die Richtung, in welcher sie an ihren gegenwärtigen Fundort geführt worden sind, bestimmen. Wir müssen hier den Beobachter vor einem Umstand warnen, der zuweilen vorkommt. Ein Konglomerat kann zuweilen theils aus Bruchstücken bestehen, die von einem älteren Konglomerat herstammen und theils aus abgerundeten Bruchstücken einfacherer Gesteine, wie Sandstein, Kalkstein u. dgl. In solchen Fällen ist es nöthig, dafs der Beobachter zuvörderst die Zusammensetzung des älteren Konglomerats untersucht, ehe er darauf eingeht, den Ort zu bestimmen, von dem gewisse Geschiebe herstammen. Auch folgender Umstand verdient Aufmerksamkeit. Es ereignet sich zuweilen, dafs man in einem Konglomerat, welches man auf kein bekanntes Gestein, weder in der Nähe, noch in weiterer Entfernung, zurückführen

kann, abgerundete Bruchstücke auffindet. Wir haben dies in Konglomeraten beobachtet, die zur Gruppe des rothen Sandsteins gehörten und mit Trappgesteinen vermischt waren, deren Ursprung wahrscheinlich von dem der Lava unserer heutigen Vulkane nicht sehr verschieden ist. In solchen Fällen müssen wir entweder annehmen, dafs diese Bruchstücke aus einem vulkanischen Krater ausgeworfen sind, wie es noch jetzt geschieht, oder dafs sie von Trapp- oder anderen Gesteinen herstammen, die unter dem Konglomerat vorkommen.

k) Das Wort Breccie wird auf diejenigen eckigen Gesteinbruchstücke angewendet, die durch Kalkstein, Thon, Sandstein u. dgl. zusammengekittet sind. Aus der Gestalt dieser Bruchstücke schliefsen wir, dafs sie keiner grofsen Friktion ausgesetzt gewesen, also auch nicht weit forgeführt worden sind. Wir erwarten daher auch kaum etwas Anderes zu finden, als Bruchstücke derjenigen Gesteine, auf welchen die Breccie unmittelbar ruht. Es sey z. B. Fig. 115.

Fig. 115.



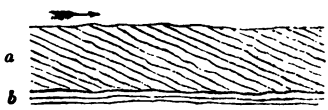
a der Durchschnitt einer Bergkette, die aus Kalkstein *b* und kiesligem Sandstein *c* besteht, und an deren Seiten Breccien, *d* und *e* vorkommen. Der Beobachter wird dann als allgemeine Thatsache finden, dafs die Breccie *d* aus Bruckstücken des Kalksteins *b*, die Breccie *e* dagegen aus Bruchstücken des Sandsteins *c* besteht, und dennoch können sie gleichzeitig gebildet worden seyn, indem die Ursachen, welche Bruchstücke der respektiven Gesteine bildeten und deren spätere Verbindung zu Konglomeraten bewirkten, zugleich auf beiden Seiten der Bergkette *a* thätig waren.

l) Zuweilen kommen eckige Bruckstücke und abgerundete Geschiebe in derselben Schicht vor. Der Beobachter mufs die Beschaffenheit der Bruchstücke und Geschiebe, so wie jeden Unterschied zwischen denselben und ihre relative Menge gehörig beachten. Er mufs ferner in solchen Fällen bemerken, ob die Masse einer ehmaligen Küste gleicht, an welcher eckige Bruchstücke zugleich mit theilweise und ganz abgerundeten Bruchstücken von demselben Gesteine vorkommen, oder

ob die abgerundeten Bruchstücke aus der Ferne und die eckigen von den ganz in der Nähe anstehenden Gesteinen herstammen. Zuweilen wechseln Schichten von Konglomeraten und Breccien, auch ruht oft eine mächtige Konglomeratschicht auf einer Breccienschicht und umgekehrt. Diese Thatsachen und die sie begleitenden Umstände müssen sorgfältig aufgezeichnet werden.

m) Der Unterschied zwischen einem feinkörnigen Konglomerat und einem grobkörnigen Sandstein ist natürlich in gewisser Beziehung willkührlich, da sie nur intermediaire und aufeinander folgende Zustände der durch Friktion bewirkten Zerkleinerung der Massen von grofsen Bruchstücken bis zum Pulverförmigen sind. Man könnte vielleicht den Ausdruck Konglomerat so lange anwenden, als die abgerundeten Körner noch deutlich erkennen lassen, von welchem Gestein sie herstammen. Bemerkt ein Beobachter, dafs eine Konglomeratschicht allmälig feinkörniger wird, und endlich in einen Sandstein übergeht, so ist es sehr wünschenswerth, dafs die Bedingungen dieser Veränderung angegeben werden. Ist das Ganze auf einer früher dagewesenen Oberfläche durch strömendes Wasser gebildet, welches Detritus darüber hinführte, so kann er in manchen Fällen, selbst wenn die Schicht in einen Sandstein übergeht, dadurch die Richtung, aus der das Ganze herstammt, erfahren, wenn er Querlinien aufzufinden sucht, wie sie in Fig. 116. dargestellt sind, und

Fig. 116.



die, wie wir nach der Analogie schliefsen, durch die fortbewegende Kraft des strömenden Wassers (s. pag. 56.) entstanden sind. Wenn man die Theile des Sandsteins vorsichtig hinwegnimmt, so kann man oft die Ebene, deren Durchschnitte jene Querlinien darstellen, erhalten und ihr Streichen und Fallen auf dieselbe Weise bestimmen, wie es oben (pag. 151.) für mächtigere Schichten angegeben worden ist. Ist dies geschehen, so erhält der Beobachter einen allgemeinen Begriff von der Richtung, aus welcher der den Sandstein bildende Sand herstammt, sie ist nämlich senkrecht auf das Streichen jener Querplatten und entgegengesetzt der Richtung des Fal-

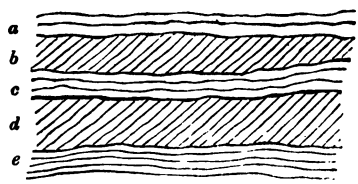
lens; denn in dieser Richtung müssen die Sandtheilchen über die geneigte Ebene auf die Oberfläche *b*, Fig. 116., hingeführt worden seyn. Wir sagen, man erhält einen allgemeinen Begriff, denn es ist wohl kaum anzunehmen, dafs die allmälig vorrückende Linie, über welche die Sandtheilchen hinbewegt werden, gerade seyn wird; sie wird im Gegentheil wahrscheinlich gekrümmt seyn oder zahlreiche kleinere Ausbiegungen zeigen, wenn man sie von oben sieht, etwa, wie es der horizontale Plan, Fig. 117., darstellt; daher ist es nöthig,

Fig. 117.

das allgemeine Streichen der Ebenen der Platten zu bestimmen, um die Richtung der fortschwemmenden Kraft des strömenden Wassers zu erforschen.

n) Der Beobachter wird häufig diese kleineren Durchschnittslinien im Sandstein aufserordentlich mannigfaltig finden, und da sie zugleich sehr lehrreich sind, so sind genaue Zeichnungen derselben, wie sie in natürlichen oder künstlichen Durchschnitten vorkommen, sehr wünschenwerth. Wir wollen annehmen, Fig. 118. sey eine Zeichnung der Art;

Fig. 118.



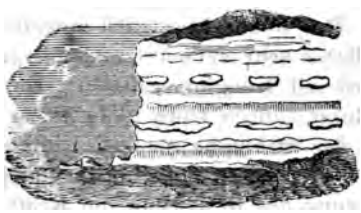
dann können wir, von unten anfangend, schliefsen, dafs *e* eine Sandschicht ist, deren Theilchen aus einem Wasser, in dem sie mechanisch schwebend enthalten waren, zu Boden fielen, dafs die folgende Schicht *d* durch Fortschwemmung entstand, dafs *c* wie *e* gebildet wurde, dafs *b* das Resultat der längs dem Boden fortschiebenden Kraft des Wassers ist, und dafs endlich *a* auf gleiche Weise wie *e* und *c* entstand. Wenn die Ebenen der Platten *b* und *d* im Allgemeinen coincidiren, so kann man daraus schliefsen, dafs die Richtung, aus welcher die bewegende Kraft wirkte, in beiden Fällen

dieselbe war; mit anderen Worten, dafs die Strömung oder die bewegte Wassermasse, welche den Sand vermittelst der Friktion am Boden hin bewegte, in beiden Fällen dieselbe Richtung hatte. Der Beobachter wird zuweilen finden, dafs die Linien der Blätter sehr verwirrt und mit grobem und feinem Sande, selbst mit Konglomeraten untermischt sind, was ihn zu dem Schlusse führen kann, dafs in der Richtung und Geschwindigkeit der Strömung grofse Verwirrung geherrscht hat, indem sie entweder den Detritus fortgeschwemmt, oder durch Verminderung der Bewegung die Kraft, den Detritus mechanisch schwebend zu erhalten, verloren hat.

o) Da wir der Analogie nach annehmen, dafs die Konglomerate und Breccien einst lose, abgerundete Bruchstücke von Gesteinen gewesen sind, die später durch die Substanz, welche sich jetzt zwischen ihnen findet, zu einer dichten Masse zusammengekittet wurden, und dafs ferner die Sandsteine früher unzusammenhängende Sandmassen bildeten, die später fest wurden; so schliefsen wir auch, dafs versteinerungsführende Schieferthone, feinkörnige Schiefer, Mergel und Thone einst Schlamm waren, der, seiner ursprünglichen Zusammensetzung gemäfs und nach den Umständen, welchen er später unterworfen gewesen ist, diejenige Gestalt angenommen hat, welche wir jetzt sehen. Wir müssen annehmen, dafs, je feiner die mechanisch im Wasser schwebende Masse ist, auch um so ausgedehnter und gleichförmiger der dadurch gebildete Niederschlag seyn wird, wenn die Umstände es gestatten, dafs der Detritus sich aus dem fliefsenden Wasser auf dem Boden absetzt. Daher sollten wir erwarten, dafs in einer Reihe von mechanisch gebildeten Gesteinen, wie die, welche wir jetzt betrachten, die Mergel, Thone oder Schiefer in horizontaler Entfernung gleichförmiger erscheinen, als die Sandsteine, und diese wieder gleichförmiger als die Konglomerate. Ein Beobachter mufs daher sorgfältig auf diesen Punkt achten und genau die Umstände erwägen, welche Modifikationen erzeugt haben könnten.

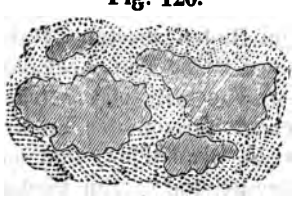
p) Oft finden sich im Sandstein und Thon Konkretionen und sphärische oder sphäroidale Knollen, die bedeutend härter sind, als das sie umschliefsende Gestein. Der Beobachter mufs darauf sehen, ob sie in Linien vorkommen, die der allgemeinen Schichtung parallel sind, wie bei *a* in Fig. 119., oder ob

Fig. 119.



sie unregelmäfsig durch das Gestein zerstreut sind. Er mufs untersuchen, ob diese Knollen aus concentrischen Lagen oder aus Blättern, parallel der Schichtung des Gesteins, bestehen. Er hat ferner darauf zu sehen, ob die Bestandtheile der Knollen von denen des umgebenden Gesteins abweichen, und ob sie eine Aggregation ähnlicher Theile sind, wie kohlensaurer Kalk und dergleichen, die offenbar nach der Ablagerung des Gesteins sich aus der Masse ausgeschieden haben. Oftmals nehmen diese verhärteten Theile die Gestalt unvollkommener Schichten an, wie bei *b*, so dafs sie, nach Hinwegräumung des einschliefsenden Thons, Mergels oder Sandsteins, eine Reihe unregelmäfsiger abgeplatter Massen bilden, die in einer Ebene liegen, und von oben gesehen das Ansehen haben, wie in dem Plane Fig. 120., wo die schattirten

Fig. 120.



Theile die platten Massen und die punktirten Theile das umschliefsende Gestein, beides von oben gesehen, bezeichnen. Diese und ähnliche Thatsachen müssen aufgezeichnet werden, da sie zu merkwürdigen theoretischen Untersuchungen führen *).

*) Weitere Bemerkungen über die Aggregation ähnlicher Massen in mechanisch gebildeten Gesteinen sehe man in *De la Beche*, Researches in theoretical Geology. pag. 94—100.

q) Untermischt mit diesen, ihrer muthmafslichen Entstehung wegen sogenannten mechanisch gebildeten Gesteinen, finden sich mehr oder weniger häufig Kalksteine verschiedener Art. Einige derselben mögen vielleicht auch auf mechanische Weise entstanden seyn, während man bei den übrigen annimmt, dafs sie durch eine chemische Veränderung in dem Wasser, welches den kohlensauren Kalk aufgelöst enthielt, entstanden, indem die Kohlensäure, welche die Kalkerde auflösbar machte, entwich, so dafs dieselbe zu Boden fiel. Der Beobachter hat nun seine Aufmerksamkeit auf die Dichtigkeit und andere Charaktere des Kalksteins, so wie auf den Zusammenhang desselben mit den ihn begleitenden Gesteinen zu richten. Einige kieslige Sandsteine gleichen so sehr gewissen Kalksteinen, dafs zu ihrer Unterscheidung gröfsere Aufmerksamkeit erfordert wird, als ein unerfahrener Beobachter auf den ersten Blick glaubt. Es ist daher sehr wünschenswerth, dafs er eine kleine mit Säure (gewöhnlich nimmt man Salzsäure) gefüllte Flasche bei sich führt, um den Unterschied an Ort und Stelle bestimmen zu können. Passende Flaschen erhält man bei jedem Verfertiger physikalischer Apparate.

r) Der Raum ist zu beschränkt, um die zahlreichen Modificationen der mineralogischen Struktur der oben genannten Gesteine, oder die Verbindungen der mechanisch und chemisch gebildeten Ablagerungen in der Reihe der versteinerungsführenden Gesteine einzeln aufzuzählen. Einige Modificationen werden als charakteristisch betrachtet und sind auch offenbar von grofsem Werthe, wenn man die Flächenräume, auf denen sie vorkommen, gehörig beachtet. So bildet z. B. das bekannte Gestein, die Kreide, eine besondere Ablagerung von dem nördlichen Frankreich, durch die Britischen Inseln, einen Theil von Deutschland, Polen, das Europäische Rufsland bis in Asien hinein. Doch ist der kohlensaure Kalk keinesweges auf diese eigenthümliche Ablagegerung beschränkt, auch erscheint diese nicht immer als Kreide, sondern es kommen Ablagerungen von dunkelfarbigem Marmor und selbst von kiesligem Sandstein vor, die als gleichzeitig mit der oben genannten weifsen Kreide betrachtet werden. Eine andere Gruppe von Gesteinen hat man Oolith genannt, weil in dem westlichen Europa einige Schichten desselben aus kleinen abgerundeten, oft konkretionenartigen Körnern bestehen, die dem Fischrogen ähnlich sehen. Diese Struktur ist nicht auf diese Gruppe beschränkt, sondern

findet sich auch in anderen; auch zeigen die gleichzeitig gebildeten Gesteine nicht nothwendig Spuren davon.

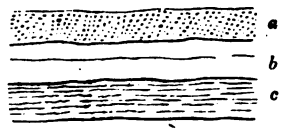
s) Hinsichtlich der verschiedenen Modifikationen der mineralogischen Struktur, welche bei den versteinerungsführenden Gesteinen vorkommen, müssen wir auf die geologischen Lehrbücher verweisen. Wir können hier nur im Allgemeinen die Aufmerksamkeit des Beobachters auf sie lenken, indem wir zu zeigen suchen, dafs, wenn wir die Ursachen derselben kennen zu lernen wünschen, wir gehörige Rücksicht nehmen müssen auf die Art, wie die oben genannten Gesteine mit einander vorkommen, auf die in horizontaler Richtung statt findenden Struktur-Veränderungen und auf einige andere Umstände, die zu dem gewünschten Ziele führen können. Da wir befürchten, es möchte scheinen, als wollten wir die Meinung des Lesers für Gegenstände gewinnen, die noch nicht festgestellt sind, so enthalten wir uns, seine Aufmerksamkeit mehr auf die eine, als auf die andere Reihe von Thatsachen zu richten. Wir müssen es ihm überlassen, aus seinen eigenen Beobachtungen zu folgern, ob die verschiedenen versteinerungsführenden Gesteine durch dieselben Kräfte, welche noch jetzt auf der Oberfläche unseres Planeten thätig sind, gebildet wurden, oder ob man genöthigt ist, eine mehr oder weniger gröfsere Intensität ähnlicher oder verschiedener Kräfte zur Erklärung der verschiedenen beobachteten Erscheinungen anzunehmen.

t) Wir kommen jetzt zu den organischen Resten, deren relative Wichtigkeit man nicht nach dem Raume abmessen mufs, der ihnen hier gewidmet ist. So sehr dieser Gegenstand früher vernachläfsigt wurde, eben so grofses Interesse erregt er jetzt. Er hat an Wichtigkeit zugenommen, so wie der angeblich ausschliefsliche Werth der mineralogischen Struktur gesunken ist; und wie letzterer, nachdem man ihm zuviel Aufmerksamkeit gewidmet, jetzt in Gefahr ist, zu wenig beachtet zu werden, so wird auch jetzt der Werth der organischen Ueberreste vielleicht etwas überschätzt. Wir müssen es indefs dem Beobachter überlassen, seine eigenen Folgerungen zu ziehen und verweisen ihn an die Natur, die ihm die beste Auskunft geben kann. Wir würden ihm rathen, wenn sich ihm die Gelegenheit darbietet, die Formen der verschiedenen Genera fossiler Muscheln, Korallen, Pflanzen und anderer organischer Reste, die in Sammlungen aufbewahrt werden, zu studiren, damit sein Auge sich an solche Formen gewöhnt.

Alle die geringen Unterschiede, welche die verschiedenen Species charakterisiren sollen, kennen zu lernen, erfordert sehr grofsen Fleifs und Vergleichung; es ist in der That ein eigenes und zwar ein sehr mühsames Studium. Der Geologe, welcher viele Jahre seinem Studium gewidmet hat, kann allmälig einen grofsen Vorrath von Kenntnifsen in dieser Beziehung sammeln; aber dies ist ein Werk der Zeit, und diejenigen, welche sich nicht längere Zeit mit Beobachtungen beschäftigt haben, müssen daher die Bestimmung der Species den erfahrenen Geologen, die mit diesem Gegenstande gehörig vertraut sind, oder denjenigen Naturforschern überlassen, die sich mit der zoologischen und botanischen Geologie, entweder ausschliefslich, oder als Theil ihrer besonderen Forschungen, beschäftigt haben. Wir warnen in dieser Beziehung ganz besonders junge Beobachter, weil man annimmt, dafs gewisse Species, namentlich von Muscheln, gleichzeitig gebildete, versteinerungsführende Gesteine auf beträchtliche Strecken charakterisiren; und da diejenigen, welche anfangen, eine Wissenschaft zu studiren, die herrschenden Meinungen sämmtlich für gleich begründet zu halten pflegen, so geschieht es oft, dafs Species, die sich einigermafsen ähnlich sehen, bei flüchtigen Beobachtungen als an Orten vorkommend angegeben werden, wo sie sich gar nicht finden. Wir wollen hier nicht auf eine Erörterung der schwierigen Frage über die nothwendige Unterscheidung von Species und Varietät eingehen, sondern nur darauf aufmerksam machen, dafs es, zur Vermeidung von Irrthümern besser ist, solche Gegenstände denjenigen zu überlassen, die ihre Zeit dem Studium derselben gewidmet haben.

u) Einer der ersten Gegenstände, worauf ein Beobachter seine Aufmerksamkeit zu richten hat, ist die Art des Vorkommens der organischen Reste in den Gesteinen. Verbindet er dies mit dem Studium der mineralogischen Struktur des letzteren, so kann er zu einer Kenntnifs gelangen von der Art, wie die jetzt fossil gefundenen Ueberbleibsel von Thieren und Pflanzen eingeschlossen worden sind. Zuerst mufs er sorgfältig darauf achten, ob sich irgend eine Spur zeigt, dafs sie gerollt oder aus gröfseren oder geringeren Entfernungen herbeigeführt worden sind, oder ob die Pflanzen, Muscheln, Korallen u. s. w. so vollkommen erhalten sind, dafs man daraus schliefsen kann, sie sind durch die Masse des Gesteins an der Stelle eingeschlossen worden, wo sie jetzt vorkommen. Wir wollen z. B. annehmen, in Fig. 121. stelle *a* einen

Fig. 121.



Sandstein, *b* einen Kalkstein und *c* einen Mergel vor, die sämmtlich Versteinerungen und zwar Muscheln enthalten, die in dem Sandstein zerbrochen und abgenutzt, in dem Kalkstein schön erhalten und in dem Mergel zusammengedrückt oder gequetscht, übrigens aber gut erhalten sind. Der Beobachter kann hieraus schliefsen, dafs die organischen Reste in dem Sandstein nicht an der Stelle vorkommen, wo die Mollusken oder Schalenthiere, deren Ueberbleibsel sie sind, einst gelebt haben, während dies im Kalkstein und Mergel der Fall seyn kann. Wir haben angenommen, dafs die fossilen Muscheln in dem Mergel zusammengedrückt sind, während sich die in dem Kalkstein ganz unbeschädigt finden. Man sieht leicht ein, das dies das Resultat eines Druckes ist, den andere, über dem Mergel gebildete Gesteine auf ihn ausübten. Aller Analogie nach nehmen wir an, dafs bei der Ablagerung des Kalksteins die Muscheln von einer dichten, festen Substanz umschlossen wurden, so dafs das Ganze eine einzige kompakte Masse bildete, und die Muscheln daher durch das Gewicht eines darüber liegenden Gesteins nicht zusammengedrückt werden konnten. Dies war jedoch nicht bei dem Mergel der Fall, indem derselbe, wie wir aus der Analogie folgern, als er die Muscheln umschlofs, in dem Zustande eines Schlammes war, und wenn daher ein Druck auf denselben ausgeübt wurde, so mufsten auch die eingeschlossenen Muscheln zusammengepreſst werden.

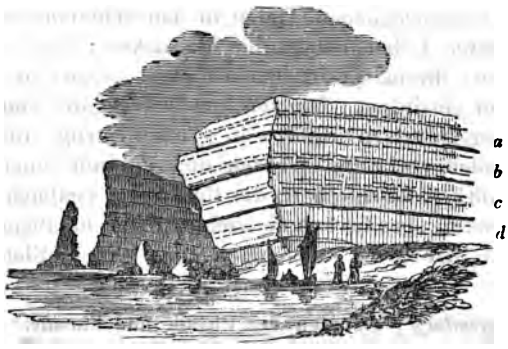
Man mufs aus dem Obigen nicht folgern, dafs die organischen Ueberreste nothwendig im Sandstein beschädigt, in anderen Gesteinen dagegen gut erhalten seyn müssen, denn sie finden sich oft ausgezeichnet schön in dem ersteren. Wir wünschen blos die Aufmerksamkeit auf den Zustand, in welchem die organiscben Reste sich finden, zu lenken und zu zeigen, dafs dieser Zustand mit der mineralogischen Struktur des Gesteins, worin jene Ueberbleibsel vorkommen, in Verbindung steht.

v) Es ist immer wünschenwerth, dafs diejenigen Thatsachen aufgezeichnet werden, die uns in den Stand setzen

zu beurtheilen, ob die aufgefundenen animalischen oder vegetabilischen Reste ruhig eingeschlossen, oder aus einem schnell strömenden Wasser abgesetzt wurden, welches Thiere oder Pflanzen mit Gerölle, Sand oder Schlamm ungestüm hinwegschwemmte. Da wir uns nicht vorstellen können, dafs der Kalkstein auf eine andere als ruhige Weise gebildet worden ist, — wenigstens derjenige, der nicht als Aggregation von kohlensaurem Kalk aus Schlamm, nach der Ablagerung des letzteren erscheint, — so wird der Beobachter keinen grofsen Irrthum begehen, wenn er annimmt, dafs die Kalksteinschichten auf einem Boden unter dem Wasser gebildet wurden, uud dafs alle Veränderungen in den organischen Einschlüssen der verschiedenen Schichten eine Folge sind von Aenderungen in der Art der Geschöpfe, die auf jenem Boden lebten, und die zufällig mit, aus der Ferne herbeigeschwemmten, animalischen und vegetabilischen Ueberresten untermengt wurden. Wenn er daher einen Durchschnitt einer Kalksteinschicht mit organischen Resten sieht, so hat er einen Theil eines alten See- oder Meeresbodens vor sich. Anders verhält es sich jedoch in den Fällen, wo man schliefsen kann, dafs die Kalksteinschicht dadurch gebildet wurde, dafs sich kohlensaurer Kalk durch Verdampfung des Wassers, worin er aufgelöst enthalten war, in successiver Inkrustation auf Gras oder anderen Substanzen absetzte, wie man häufig auf dem Lande sieht.

Findet ein Beobachter, dafs organische Reste in Ebenen liegen, die der allgemeinen Schichtung des einschliefsenden Gesteins parallel sind, wie in Fig. 122., wo die mit den

Fig. 122.



Schichten gleichlaufenden Linien das Vorkommen der Reste von Meeresgeschöpfen bezeichnen, so wird er daraus schliefsen, dafs die einzelnen Schichten nach einander den Meeresboden bildeten, dafs die organischen Reste in den Schichten auf dem jedesmaligen Meeresboden angehäuft wurden, und dafs diese Anhäufungen ruhig in derselben Folge, wie sie jetzt übereinander vorkommen, statt gefunden haben. Wir wollen ferner annehmen, dafs die Klippe aus einem kalkig-kiesligen Sandsteine *a*, einem kiesligen Sandsteine von gröberem Korne *b*, einem Mergel oder Thon *c*, und einem thonig-kiesligen Sandsteine *d* bestehe, so wird er, so weit die Lokalität es ihm gestattet, daraus den Schlufs ziehen, dafs der Meeresboden zuerst aus einer Art Schlamm, dann aus Lehm, hierauf aus grobem Sand und endlich aus einem Sand, in welchem viel kohlensaurer Kalk verbreitet war, bestand. Dies wären die grofsen Veränderungen, die mit dem Boden desjenigen Meeres vorgingen, in welchem die vor ihm befindlichen Gesteine gebildet wurden; die kleineren Veränderungen werden, wenn auch nicht alle, so doch wenigstens in gewisser Ausdehnung, durch die in jeder Schicht sichtbaren Linien organischer Reste angedeutet.

Es möge hier bemerkt werden, dafs man bei einigen Gesteinen, wie Mergel u. dgl., wo eine so konstante Anhäufung von feiner Detritusmasse statt gefunden zu haben scheint, dafs der Beweis für die Annahme von successiv verschiedenem See- oder Meeresgrunde höchst unsicher ist, zuweilen sehr dadurch unterstützt wird, dafs man die eigenthümlichen Reste von thierischen Exkrementen *(Koprolithen)*, deren Kenntnifs wir Hrn. *Buckland**) verdanken, aufsucht. Es kann leicht geschehen, dafs in einem Schlammboden Reihen von organischen Resten schwer aufzufinden sind, indem einige Geschöpfe sich bis zu verschiedenen Tiefen in den Schlamm einwühlen, und die festen Ueberbleibsel der Mollusken, Fische, Saurier und anderer, ihrem specifischen Gewicht gemäfs in verschiedene Tiefen einsinken. Die fossilen Exkremente von Fischen und Wasser-Sauriern können in grofser Menge über einen solchen Boden verbreitet werden und ihn mit einer Schicht von Koprolithen überdecken, die theilweise vielleicht, wegen ihres gröfseren specifischen Gewichts, tiefer hinabsinken mögen, das Ganze wird aber doch über einen Flächenraum

*) *Poggendorff*, Annalen der Physik und Chemie. Bd. XXI. pg. 336. A. d. U.

verbreitet werden, dessen Gröfse von der Menge abhängt, die von oben her dazu kommt. Ein Beobachter kann sich überzeugen, dafs ein solcher Zustand der Dinge nicht unwahrscheinlich ist, wenn er Durchschnitte solcher Anhäufungen aufsucht, doch mufs er nicht daraus schliefsen, dafs diese fossilen Reste nicht auch einzeln vorkommen, denn dies ist sehr häufig der Fall.

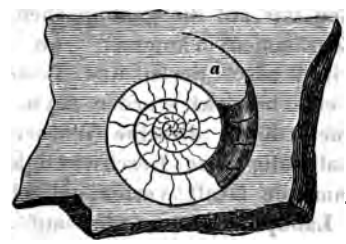
w) Wenn ein Beobachter organische Reste findet, die verworren durcheinander liegen und keinen Parallelismus mit der Schichtung der einschliefsenden Gesteine zeigen, so wird er wohl kaum glauben, dafs sie Ueberreste von Thieren und Pflanzen sind, die auf dem Boden des See's oder Meeres lebten und ruhig bedeckt wurden, oder dafs sie langsam herbeigeschwemmt und allmählig auf dem früheren Boden abgelagert worden sind. Er mufs in solchen Fällen den Punkt, von dem die untereinander gemengten organischen und unorganischen Substanzen herstammen, dadurch zu erforschen suchen, dafs er die mineralogische Zusammensetzung des Gesteins auf die früher angegebene Weise bestimmt.

x) Aus der Vergleichung der bisher entdeckten organischen Reste mit den jetzt lebenden Thieren und Pflanzen hat man den Schlufs gezogen, dafs jene Reste Thieren und Pflanzen angehörten, die, wie jetzt, auf dem Lande, in Flüssen, in Landseen und im Meere lebten. Ueber geringere Umstände, z. B. ob eine besondere Species als dem Meere angehörig zu betrachten sey oder nicht, können allerdings wohl zuweilen Zweifel entstehen, aber es ist durchaus kein Grund vorhanden, die Richtigkeit der Folgerung im Allgemeinen in Zweifel zu ziehen. In Betreff der Ansichten, welche sich daraus über die Zustände verschiedener Theile der Erdoberfläche zu verschiedenen geologischen Epochen gebildet haben, müssen wir auf die geologischen Lehrbücher verweisen. Das Zusammenvorkommen von Landthieren und Landpflanzen mit Wasserthieren und Wasserpflanzen kann auf zweierlei Weise bewirkt worden seyn. Entweder wurden sie zusammen durch dieselbe Wassermasse forgeführt und als diese allmälig ihre Geschwindigkeit und folglich ihre fortschwemmende Kraft verlor, abgelagert; oder die Landthiere und Landpflanzen wurden auf gewaltsame oder ruhige Weise von dem trockenen Lande fortgeschwemmt und dann, zugleich mit den Ueberbleibseln der Wassergeschöpfe von einer Ablagerung eingeschlossen, die sich später daselbst bildete. Da wir früher (pag. 85.) angegeben haben,

auf welche Weise organische Ueberreste in den jetzt sich bildenden Ablagerungen eingeschlossen werden, so wollen wir jetzt nur die Aufmerksamkeit des Beobachters auf diesen Gegenstand lenken, und es seiner Beurtheilung überlassen, in wie fern die jetzt thätigen Kräfte eine genügende Erklärung der verschiedenen sich ihm darbietenden Erscheinungen, die mit diesem Gegenstande verbunden sind, zu geben vermögen.

y) Findet ein Beobachter eine fossile Muschel, so mufs er die Lage derselben in Bezug auf die Schichtung des Gesteins, worin sie vorkommt, angeben; denn wir können annehmen, dafs die Ebene der Schicht bei ihrer Bildung oft nahe mit der Ebene des Horizonts zusammenfiel. Ist es eine einschalige Muschel, so möchte es schwierig seyn, zu bestimmen, ob das Thier derselben lebte oder todt war, als die Muschel an ihrem jetzigen Fundorte eingeschlossen wurde. Ist die Muschel dagegen zweischalig, so ist es nicht wahrscheinlich, dafs das Thier lebend war, wenn die Schalen geöffnet, oder in Bezug auf die einschliefsende Schicht horizontal ausgebreitet sind. Gehört die Muschel zu den vielkammrigen, und ist sie z. B. ein Ammonit, von welchen der Nautilus ein bekanntes Beispiel darbietet, so mufs er darauf achten, ob sie auf der Seite ruht, oder eine andere Lage hat. In Betreff der fossilen Muscheln möge hier bemerkt werden, dafs man über den Umstand, ob das Thier, gleichviel ob lebend oder todt, in der Muschel vorhanden war, als diese von der Gesteinmasse umschlossen wurde, Auskunft erhalten kann, wenn man darauf achtet, wie weit jene Masse in die Muschel eingedrungen ist. Fig. 123. stellt

Fig. 123.



z. B. den Durchschnitt eines Ammoniten in einem Felsstück dar. Die erstere äufsere Kammer des Ammoniten, *a*, sey nur theilweise mit der Gesteinmasse (z. B. mit dem unter

dem Namen Lias bekannten thonigen Kalkstein) ausgefüllt, so dafs ein Theil, nach dem Innern der Muschel hin, entweder leer geblieben oder mit krystallisirtem kohlensauren Kalk oder mit anderen Substanzen gefüllt ist, die als wässrige Auflösungen durch das Gestein hindurchgesickert sind. In solchen Fällen können wir schliefsen, dafs irgend ein Hindernifs in der ersten Kammer der Muschel, als diese von dem Gestein umschlossen wurde, die Ausfüllung des inneren Theils der Höhlung verhinderte, und der Beobachter würde wahrscheinlich keinen grofsen Irrthum begehen, wenn er annimmt, dafs dieses Hindernifs der fleischige Körper des Thieres gewesen sey. Er könnte daher den Schlufs ziehen, dafs der Ammonit durch die Gesteinmasse eingeschlossen wurde, während das Thier noch lebte oder ehe es eine Zersetzung erleiden konnte.

Findet ein Beobachter fossile Echiniten (oder sogenannte Seeigel) so mufs er angeben, ob sie mit der Mundöffnung nach unten gerichtet sind, wie sie es lebend im ruhigen Zustande zu thun pflegen; ferner, wenn sie zu der mit langen Stacheln bewaffneten Art gehören, ob diese Stacheln an dem Körper des Echiniten befestigt sind, denn wenn dies der Fall ist, so würde es beweisen, dafs das Geschöpf von dem Gestein eingeschlossen wurde, als es noch lebte, oder ehe die Zersetzung so weit vorgeschritten war, dafs sie die Stacheln von dem Körper trennte. Man kann sich daher viel Belehrung verschaffen über den Zustand der Enkriniten, Insekten, Fische, Reptilien und Säugethiere, ehe sie von der Gesteinmasse eingeschlossen wurden, wenn man darauf achtet, ob ihre härteren Theile sich in der relativen Lage befinden, die sie einnehmen würden, wenn sie noch durch die fleischigen oder die weicheren Theile zusammengehalten würden. Wenn der Beobachter z. B., wie es öfters der Fall gewesen ist, einen fossilen Saurier auffindet, dessen sämmtliche Knochen an der richtigen Stelle und in solcher Ordnung liegen, wie in einem präparirten Skelett eines jetzt lebenden Thieres, so ist es natürlich, zu schliefsen, dafs der Saurier entweder noch lebte, als er zuerst von der Gesteinmasse eingeschlossen wurde, oder dafs die Masse ihn so schnell einhüllte, dafs die Knochen weder durch Raubthiere verschleppt, noch auch durch die Zersetzung in Unordnung gebracht werden konnten. Die vollkommene Erhaltung einiger organischen Ueberreste ist höchst merkwürdig. Die kleinen Schuppen, welche die Haut bedecken, sind bei einer Species der fossilen Saurier,

dem Ichthyosaurus, so vollständig aufgefunden worden, dafs sie ein Bild von der Haut selbst darbieten. Der Inhalt der Eingeweide von Fischen und Sauriern ist nicht nur in derselben Lage, welche er in dem Körper einnahm, sondern er zeigt auch die Form der Eingeweide, worin er vor dem Tode des Thieres enthalten war. Herrn *Agassiz* zufolge ist die Kapsel des Augapfels bei manchen fossilen Fischen erhalten.

Während organische Reste zuweilen so vollkommen erhalten sind, als ob sie von einem Anatomen für den Unterricht in der vergleichenden Anatomie zubereitet worden wären, sind andere weit umher zerstreut und zeigen, dafs sie entweder eine Zersetzung erlitten haben, und dafs ihre härteren Theile durch strömendes Wasser von einander getrennt worden sind, oder dafs sie von Raubthieren verschleppt wurden. Zuweilen sind die Knochen von Landsäugethieren mit fossilen Austern oder anderen Geschöpfen bedeckt, die eine ähnliche Lebensart haben; dies würde dem Beobachter den Beweis geben, dafs die Knochen einst ohne alle fleischigen Theile auf dem Boden eines Meeres oder einer Mündungsbucht lagen, wo die Austern sich darauf festsetzten.

Es würde hier nicht der Ort seyn, noch anderweitige Schlüsse anzuführen, welche sich aus der Art, wie organische Ueberreste in den Gesteinen vorkommen, ziehen lassen; die vorstehenden Bemerkungen werden hinreichend seyn, um die Wichtigkeit solcher Beobachtungen darzuthun. Es möge dennoch hier bemerkt werden, dafs während einige fossile Pflanzen deutlich zeigen, dafs sie theils auf ruhige Weise, theils in sehr aufgeregtem Wasser an ihren gegenwärtigen Fundort geschwemmt wurden, so giebt es dagegen andere, die durch mehrere Schichten hindurch gehen, oder auf eine solche Weise aufrecht stehen, dafs sie höchst wahrscheinlich an Ort und Stelle von der Gesteinmasse umschlossen wurden.

x) Wir wollen hier einige Anweisungen geben über die Art und Weise, wie man sich Probestücke von den Gesteinen und den organischen Resten verschafft. Um die wahre Struktur des von der Atmosphäre nicht angegriffenen Gesteins kennen zu lernen, mufs man die Stücke von solchen Stellen entnehmen, wo die Zersetzung noch nicht eingewirkt hat. Bei einigen Gesteinen finden sich diese Stellen nahe der äufseren Oberfläche, während sie bei anderen tiefer liegen und nur durch Steinbrüche oder andere künstliche Aushöhlungen

zu erreichen sind. Wenn der Beobachter stets sich hieran erinnert, so wird er sich Stücke, welche über die wahre Zusammensetzung des Gesteins Aufschluſs geben, an solchen Stellen zu verschaffen suchen, die dem beabsichtigten Zweck am meisten entsprechen. Es ist auch wünschenswerth, Stücke zu besitzen, welche die Gröſse der durch atmosphärische Ursachen bewirkten Zersetzung zeigen. Diese findet man natürlich an der Oberfläche selbst oder nahe darunter. Die Stücke müssen die Struktur des Gesteins vortheilhaft darstellen und ihre Gröſse hängt ab von den Transportmitteln, welche dem Beobachter zu Gebote stehen. Jedenfalls müssen sie eine hinreichende Gröſse haben, um die verlangten Aufschlüsse geben zu können. Die gesammelten Stücke müssen sorgfältig in Papier eingewickelt werden; den Fundort schreibt man auf einen Papierstreifen, den man dem Stücke beilegt, oder man macht irgend ein besonderes Zeichen an dem Stücke oder auf dem Papierstreifen, das sich auf ein ähnliches Zeichen in dem Tagebuche des Beobachters bezieht, worin im Allgemeinen Bemerkungen aufgezeichnet und wenn es thunlich ist, mit Durchschnitten begleitet werden müssen.

Wenn ein Beobachter organische Ueberreste in einem Gestein vor sich hat, so hängt es von ihm ab, ob er sie, durch sorgfältiges Herauslösen aus dem Gestein, für das Interesse der Wissenschaft brauchbar, oder durch ein übereiltes und schlechtes Verfahren gänzlich unbrauchbar machen will. Je nachdem er mehr oder weniger Sorgfalt anwendet, wird er entweder als ein Freund oder als ein sehr lauer Beförderer der Wissenschaft erscheinen. Seine Versuche haben vielleicht keinen glücklichen Erfolg, aber er muſs wenigstens die besten ihm zu Gebote stehenden Mittel anwenden, um seinen Zweck zu erreichen. Ist ein organisches Fossil von sehr zartem Bau, so ist es nicht rathsam, es an dem Fundorte selbst aus dem Gestein herauslösen zu wollen; der Beobachter muſs vielmehr so viel von dem Gestein abzuschlagen suchen, daſs das Fossil dadurch mit einer schützenden Steinhülle umgeben ist. Wenn es sich unglücklicher Weise ereignet, daſs ein Theil des Fossils in dem Gestein zurückbleibt, so muſs er auch diesen Theil sich noch zu verschaffen suchen, und nicht eher aufhören, bis er das Ganze erhalten hat. Auf jeden Fall ist es besser, nicht an Ort und Stelle den Versuch zu machen, das Fossil von dem anhängenden Gestein zu reinigen, wenn dies auch anscheinend leicht zu bewerkstelligen

ist. Die Hülle des umschliefsenden Gesteins ist bei dem Transport von Wichtigkeit, und daher sind die organischen Reste im Allgemeinen um so besser erhalten, je weniger vor ihrer Aufstellung in Kabinetten daran gearbeitet ist.

Zuweilen sind die organischen Reste so zerbrechlich, dafs sie, auch bei der gröfsten Sorgfalt, durch die Erschütterungen, welche von den Hammerschlägen auf das umschliefsende Gestein erzeugt werden, zerbrechen. Sind die Bruchstücke hinreichend grofs, so können sie mit Zeichen versehen und wieder in Ordnung gebracht werden, doch müssen wir dem Beobachter rathen, sobald er sieht, dafs ein Fossil anfängt zu zerbrechen, etwas Thon, wenn derselbe zu haben ist, auf die Knochen oder andere organische Reste zu drücken. Wir haben dies oft sehr brauchbar gefunden. Es würde ohne Zweifel besser seyn, Wachs oder ähnliche Substanzen anzuwenden; auch mag dies bei kleinen organischen Ueberbleibseln mit Vortheil geschehen, und man kann daher zu diesem Zwecke stets ein kleines Stück Wachs bei sich führen, aber für grofse Fossilen müssen nothwendig andere Mittel angewendet werden. Bei sehr seltenen und wichtigen Gegenständen, oder wenn das einschliefsende Gestein sehr zerreiblich ist, und schon bei der Berührung zerbricht, möchte es wünschenswerth seyn, an Ort und Stelle einen Gypsgufs zu bereiten und mit einer dicken Lage desselben das Fossil — z. B. das Skelett eines Sauriers oder eines Fisches — zu bedecken. Wenn nun auch das Gestein, bei dem Herausarbeiten des Skeletts, zerbricht, so sind doch die äufseren Theile des Skeletts in dem Gypsgusse eingehüllt, aus dem man sie dann später herauslösen kann, wenn man will.

Wenn man zerstreute, aber gut erhaltene, fossile Knochen findet, so ereignet es sich oft, dafs man bei fleifsigem Suchen einen grofsen Theil des ganzen Skeletts erhält. Entdeckt daher ein Beobachter einen einzelnen gut erhaltenen Knochen, so mufs er nicht zu schnell schliefsen, dafs keine anderen Theile desselben Skeletts in der Nähe vorkommen; er mufs vielmehr emsig noch nach anderen Theilen desselben suchen; dagegen hat sich aber auch oft das, was man für ein Zeichen eines schönen Skeletts gehalten, nur als ein kleines Knochenstück erwiesen, das aus dem Gestein hervorragte. In solchen Fällen ist ohne Zweifel eine allgemeine Kenntnifs der Struktur der eingeschlossenen Ueberreste nothwendig, um letztere in einem ziemlich guten Zustande zu erhalten und eine speciellere Bekanntschaft mit ihrer Osteologie er-

forderlich, um ihre verschiedenen Theile aufzufinden. Es ist daher nicht anzunehmen, dafs ein ungeübter Beobachter eben so glücklich in seinen Forschungen seyn werde, wie diejenigen, die schon mehr Erfahrung haben. Doch mag der Erstere aus dem oben Gesagten lernen, dafs die zufällige Entdeckung kleiner Knochenpartieen zuweilen zur Auffindung ganzer Skelette führen kann, wenn die gehörige Sorgfalt angewendet wird. In manchen Schiefergesteinen kommen organische Reste, wie Fische und Pflanzen, in grofser Menge zwischen den Schieferblättern vor, doch sind sie so dünn zusammengepreſst, dafs man sie nicht leicht auf dem Querbruche des Gesteins bemerkt. Vermuthet daher ein Beobachter, dafs solche organische Ueberbleibsel in einem schiefrigen Gesteine eingeschlossen sind, so mufs er das Gestein in der Richtung der Schieferblätter zu trennen suchen, wodurch man oft eine Menge fossiler Pflanzen erhält, von welchen auf dem Querbruche des Gesteins nur wenige Spuren sichtbar waren.

Bei dem Einpacken und Versenden organischer Reste ist grofse Sorgfalt erforderlich. Die zarteren und kleinen müssen in Baumwolle, die man sich leicht verschaffen kann, gehüllt und in kleine Kästchen gelegt werden, die weniger zerbrechlichen kann man, wenn sie nicht zu grofs sind, in Papier wickeln. Auch bei Aufzeichnung der Fundorte mufs man mit gleicher Vorsicht zu Werke gehen, wie oben (pag. 197.) angegeben ist. Der Beobachter wird finden, dafs zum Transportiren der sogenannten Handstücke ein Kober weit zweckmäfsiger ist, als ein Sack oder Beutel. Sind die Stücke grofs und zerbrechen sie leicht bei plötzlichen Stöfsen, wie es bei den in Gesteinplatten eingeschlossenen Skeletten der Saurier oft der Fall ist, so müssen wir dem Beobachter ganz besonders rathen, sie nur in Wagen zu versenden, die in Federn hängen, oder, wenn es irgend thunlich ist, den Wassertransport vorzuziehen.

XXIII. Versteinerungslose Gesteine, oder diejenigen Gesteine, in welchen bis jetzt keine organische Ueberreste aufgefunden worden sind.

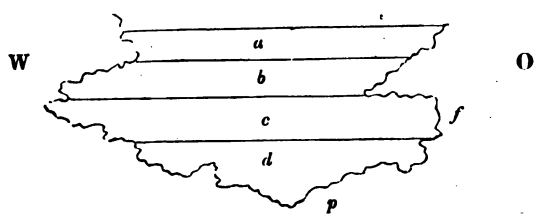
Da der allgemeine Charakter dieser Gesteine früher (pag. 8.) angegeben ist, so wollen wir hier nur einige Anweisungen über die Art, dieselben zu beobachten, mittheilen.

Das, worauf man in diesem Falle zu achten hat, ist die mineralogische Zusammensetzung und die relative Ordnung der Aufeinanderfolge.

a) In Betreff der Namen, welche den verschiedenen Mineralmassen dieser Klasse beilegt worden sind, müssen wir auch hier auf die geologischen Lehrbücher verweisen. Da man angenommen hat, dafs Schichten, die offenbar mechanischen Ursprungs sind, zuweilen mit krystallinischen Gesteinen der versteinerungslosen Reihe, die wir auf diejenigen beschränken, die unter der Grauwackengruppe der versteinerungsführenden Klasse vorkommen, untermischt sind, so mufs der Beobachter zu erforschen suchen, in wie fern dies für Distrikte wahr ist, die unzweifelhaft aus Gesteinen bestehen, welche entschieden unter der Grauwacke vorkommen. Wir sagen in Gesteinen, die entschieden unter der Grauwacke vorkommen, weil in Distrikten, wo umgeänderte Gesteine (von welchen später die Rede seyn wird) vorkommen, die denen der eigentlich sogenannten versteinerungslosen Klasse sehr ähnlich sehen, dergleichen Abwechselungen wegen der ungleichen Wirkung der umändernden Ursache nicht selten sind.

b) Die Veränderungen, welche in der Zusammensetzung der versteinerungslosen Gesteine in der Richtung ihres Streichens vorkommen, sind oft höchst interessant. Wir wollen annehmen, dafs der Beobachter sich in einem Distrikt befindet, der aus den in Rede stehenden Gesteinen besteht, und dafs Fig. 124. eine Charte desselben darstellt. Wir wollen

Fig. 124.



ferner annehmen, dafs die Schichten *a*, *b*, *c*, *d* von Osten nach Westen streichen und unter einem beträchtlichen Winkel nach Süden fallen, und dafs der Beobachter, nach sorgfältiger Untersuchung der Westküste, bei *a* ein Hornblendegestein, das fast nur aus Hornblende und Feldspath besteht und in zahlreiche Schichten getheilt ist, bei *b* Glimmerschie-

fer, der aus Glimmer und Quarz, bei *c* Gneufs, der aus Quarz, Feldspath und Glimmer besteht, und bei *d* wieder denselben Glimmerschiefer, wie bei *b* findet. Geht er nun, nachdem er diesen Theil der Küste untersucht, um *p* herum nach der Ostküste, und findet er nun, dafs nicht nur, wie nach dem Streichen der Schichten zu erwarten stand, der Glimmerschiefer sich bis *f* erstreckt, sondern auch noch weiter nördlich die Ostküste bildet, und dafs der Gneufs der Westküste gar nicht erscheint, so wird er anfangs glauben, dafs in Folge von Verwerfungen zwischen beiden Küsten die Gesteine an der Ostküste nordwärts verworfen seyen. Findet er indefs nichts als Glimmerschiefer bis zu dem Punkte, wo, wenn das Streichen der Schichten konstant geblieben und keine Störung durch Verwerfungen eingetreten wäre, der Glimmerschiefer *b* hätte erscheinen müssen, und bemerkt er ferner in diesem Glimmerschiefer eine Menge Granaten, so wird der Beobachter geneigt seyn, anzunehmen, dafs die Masse der versteinerungslosen Gesteine in dem Distrikt zwischen beiden Küsten eine Modifikation erlitten hat, und wenn er nun noch, in der Richtung der Hornblendegesteine der Westküste, auf der Ostküste ein schiefriges Gestein, aus Glimmer, Hornblende und Feldspath bestehend, findet, so wird dies ihn in seiner Meinung noch bestärken.

c) Bei den oben angeführten Umständen mufs der Beobachter das zwischen den beiden Küsten liegende Land durchstreifen und in natürlichen oder künstlichen Durchschnitten die verschiedenen Gesteinmassen *a*, *b*, *c* und *d* von der einen Küste bis zur anderen verfolgen, und die gewöhnlich allmäligen Veränderungen in der mineralogischen Zusammensetzung, die in der Richtung des Streichens statt finden, aufzeichnen. Man mufs indefs nicht schliefsen, dafs, weil eine Veränderung der mineralogischen Zusammensetzung in einigen oder mehreren Massen, wie *a*, *b*, *c*, *d*, sich findet, dergleichen Aenderungen in allen damit verbundenen Schichten derselben Gesteinreihe vorkommen müssen; denn es ist eben nicht selten, dafs einige Schichten sehr konstant, andere dagegen sehr veränderlich sind. Durch genaue Beobachtung dieser mannichfachen Unterschiede setzt ein Beobachter sich und andere in den Stand, die Ursachen derselben kennen zu lernen.

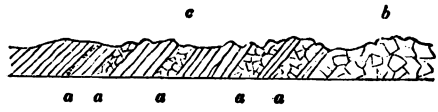
d) Es ist einleuchtend, dafs Stücke, welche die oben erwähnten oder ähnliche Veränderungen der mineralogischen Zusammensetzung erläutern sollen, sehr wichtig sind, wenn

sie mit Sorgfalt ausgewählt wurden. Der Berechnung zufolge sind die Unterschiede in den chemischen Bestandtheilen, woraus eine grofse Verschiedenheit in dem mineralogischen Ansehen entstehen kann, oft sehr gering*). Da die Berechnung indefs nur eine Annäherung an die Wahrheit giebt, und diese Annäherung wieder von der Voraussetzung abhängt, dafs die krystallinischen Mineralien, aus welchen diese Gesteine bestehen, genau dieselben chemischen Bestandtheile enthalten, wie diejenigen, deren Analyse gewöhnlich an sehr vollkommenen Stücken vorgenommen wurde, so ist es höchst wünschenswerth, dafs Stücke der Gesteine selbst von kompetenten Personen analysirt werden. Ein tüchtiger Chemiker würde diesen wichtigen Zweig der geologischen Forschungen sehr fördern, wenn er in einem Distrikt, der unzweifelhaft aus den in Rede stehenden Gesteinen besteht, die verschiedenen mineralogischen Veränderungen, welche daselbst vorkommen, aufzeichnet, und solche Stücke sorgfältig analysirt, die er, nicht nur für die Veränderungen der mineralogischen Zusammensetzung, sondern auch für diejenigen Gesteine, die mit besonderen Namen belegt worden sind, wie Gneufs, Glimmerschiefer u. s. w. für bezeichnend hält.

e) Die Verhältnisse der versteinerungslosen Gesteine zum Granit müssen sorgfältig studirt werden, und man mufs sich hüten, dafs man nicht die Fortsetzung eines eingedrungenen Theiles des letzteren mit einer Schicht oder einer tafelförmigen Masse verwechselt. Diese tafelförmigen Massen, welche zwischen dem Glimmerschiefer, Gneufs mit schiefriger Struktur und anderen Gesteinen eingeschlossen sind, werden gewöhnlich, wenn sie nur einige Fufs mächtig sind, Gneufs genannt. Es giebt indefs theoretische Gründe, die hier nicht angeführt werden können, die es aber nothwendig machen, dafs der Zusammenhang jener tafelförmigen Massen mit einem begleitenden Gestein genau aufgezeichnet wird. Ganz besonders mufs jedoch ein Beobachter darauf achten, ob, wie in Fig. 125., die Schichten oder tafelförmigen Massen des granitischen Gesteins *a*, *a*, *a*, *a*, *a* um so stärker und mächtiger werden, je mehr sich die Masse des versteinerungslosen Gesteins, *c*, einer anderen Granitmasse, *b*, nähert, wobei man

*) *De la Beche*, Geological Manual. Art. Non-fossiliferous Rocks. 3rd. Edit.

Fig. 125.



indefs sorgfältig darauf zu sehen hat, dafs der Granit nicht zwischen das erstere Gestein eingedrungen ist.

f) Obgleich man gewöhnlich, und offenbar mit gutem Grunde, annimmt, dafs bei der in Rede stehenden Klasse von Gebirgsarten keine bestimmte Ordnung der Aufeinanderfolge statt findet, so mufs dennoch die eines besonderen Distrikts, mit dem sich der Beobachter beschäftigt, sorgfältig aufgezeichnet werden, und es ist namentlich sehr wünschenswerth, dafs auf die Art, wie der krystallinische Marmor, oder irgend eine andere Modifikation des kohlensauren Kalks zwischen den anderen Schichten vorkommt, grofse Aufmerksamkeit verwendet wird. Es mufs ferner sorgfältig bestimmt werden, ob ein solcher krystallinischer Marmor, oder ein anderer kohlensaurer Kalk, eine im Glimmerschiefer, Gneufs und ähnlichen Gesteinen eingeschlossene Masse bildet, oder ob derselbe, durch allmäliges Verschwinden des kohlensauren Kalks, in ein anderes Gestein übergeht.

g) In einem Distrikte, wo versteinerungslose Gesteine vorkommen, mufs man auch darauf achten, ob alle Schichten oder scheinbare Schichten gleiches Streichen und Fallen haben oder nicht, d. h. ob sie gleichförmig aufeinander ruhen. Vorzüglich aufmerksam mufs man in letzterem Falle seyn, um nicht aus dem Vorkommen von Verwerfungen irrthümliche Folgerungen herzuleiten.

h) Da die Weise, wie die untersten Gesteine der versteinerungsführenden Klasse im Verhältnifs zu den in Rede stehenden vorkommen, in theoretischer Hinsicht von grofser Wichtigkeit ist, so mufs der Beobachter seine Aufmerksamkeit vorzüglich auf diejenigen Punkte richten, wo die Gesteine beider Klassen neben einander vorkommen. Er mufs dann angeben, ob sie allmälig in einander übergehen oder nicht, und ob, wenn der erstere Fall eintritt, dies dadurch geschieht, dafs die Schichten eines jeden Gesteins mit einander abwechseln, oder dadurch, dafs die untersten Schichten der versteinerungsführenden Reihe allmälig krystallinischer werden.

XXIV. Im Feuer gebildete Gesteine, oder diejenigen Gesteine, welche einst in einem geschmolzenen Zustande gewesen sind.

Da der allgemeine Charakter dieser Gesteine schon früher (pag. 23.) angegeben worden ist, so beschränken wir uns hier auf die Art, sie zu beobachten.

a) In verschiedenen Gegenden der Erde, wo es jetzt keine thätige Vulkane giebt, — z. B. im mittleren Frankreich und an den Ufern des Rheins — findet der Beobachter kegelförmige Haufen von Rapilli und Asche, so wie Streifen von Gesteinen, die oft auf der Oberfläche schlackig sind und entweder von jenen Rapilli- und Aschen-Haufen oder von weniger ausgezeichneten Punkten divergiren; mit einem Worte, er wird einen Zustand der Dinge vor sich sehen, wie ihn der Vesuv, der Aetna oder irgend ein anderer thätiger Vulkan zeigen würden, wenn ihre jetzige Thätigkeit aufhörte und das Land sich mit Vegetation bedeckte. Solche Punkte hat man erloschene Vulkane genannt, obwohl wahrscheinlich ähnliche Auswürfe von Rapilli und Asche, begleitet von dem Hervordringen geschmolzener und in Strömen geflossener Gesteine, entweder auf dem trockenen Lande oder in einem mäfsig tiefen Wasser während einer langen Reihe von geologischen Perioden statt gefunden haben.

b) Die früher (pag. 99.) in Betreff der thätigen Vulkane gemachten Bemerkungen lassen sich gröfstentheils auch auf diejenigen anwenden, die man der gröfseren Bequemlichkeit wegen erloschene Vulkane genannt hat. Es ist klar, dafs die Krater, Rapilli- und Aschenkegel und die Streifen geschmolzenen Gesteins, welche lange Zeit hindurch den Einwirkungen atmosphärischer Ursachen oder des bewegten Wassers ausgesetzt gewesen sind, mehr von ihrem ursprünglichen Charakter werden verloren haben, als diejenigen, welche, bei übrigens gleichen Umständen, eine kürzere Zeit der zerstörenden Gewalt ähnlicher Agentien unterworfen waren. Je mehr daher ein erloschener Vulkan einem, nur im Zustande der Ruhe befindlichen Vulkan gleicht, um so mehr möchten wir geneigt seyn, ihn für relativ neuer zu halten. Bei dieser Schlufsfolge mufs man indefs annehmen, dafs ähnliche Ursachen, die in einem gleichen Zeitraume auf ähnliche Produkte einwirken, auch gleiche Wirkungen hervorbringen. Es ist daher nothwendig, dafs ein Beobachter bei der Untersuchung

eines erloschenen Vulkans sorgfältig bemerkt, in wie fern derselbe zeigt, dafs er stets der Atmosphäre ausgesetzt gewesen sey. Ist ein erloschener Vulkan, der entweder unter einer mäfsigen Wassertiefe gebildet und später, durch eine geologische Veränderung in dem Niveau von Land und Meer, in die Atmosphäre erhoben wurde, oder der in der Atmosphäre thätig war, zu irgend einer Zeit der Einwirkung von Ebbe und Fluth, Strömungen oder Wellen ausgesetzt gewesen, so läfst sich sein relatives Alter nicht aus seinem Ansehen bestimmen. Wählen wir z. B. die im Jahre 1831 zwischen Pantellaria und Sicilien aufgeworfene vulkanische Insel Ferdinandea*). Die Wellen haben bekanntlich die Anhäufung von Asche, Rapilli und Steinen, die sich einst über den Meeresspiegel erhob, hinweggespült und ohne Zweifel auch so tief unter demselben, als ihre bewegende Kraft reicht, darauf eingewirkt; mit einem Worte, der Krater ist zerstört und die vulkanische Anhäufung fortgeschwemmt.

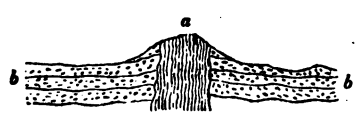
Wir wollen annehmen, dafs diese vulkanische Oeffnung fortwährend ruhig bleibt und dafs die vulkanische Masse, durch künftige geologische Veränderungen auf der Erdoberfläche, über das Niveau des Meeres emporgehoben wurde. Geschieht die Erhebung allmälig, so wird sie noch fernere Verminderung erleiden und fast nichts weiter übrig bleiben, als die in dem Schlunde enthaltene Lava und die Ströme derselben Masse, welche etwa unter dem Wasser ausflossen. Wir wissen allerdings nicht, ob Lava in der Oeffnung vorhanden ist, oder ob überhaupt Lava in Strömen unter dem Meeresspiegel hervorgebrochen ist, allein der Erläuterung wegen kann man es immer so annehmen. Man kann sich leicht vorstellen, dafs diese Erhebung in einer Zeit geschieht, die unzureichend ist, um irgend eine grofse Veränderung in der gegenwärtigen Beschaffenheit einiger erloschenen Vulkane der Auvergne hervorzubringen. Wenn man nun annimmt, dafs ein Vulkan mit einem zerstörten Krater entschieden älter ist, als ein anderer, dessen Krater noch ziemlich vollständig ist, so möchte vielleicht eine Zeit kommen, wo man die in Rede stehende vulkanische Anhäufung für älter halten würde, als einige der erloschenen Vulkane der Auvergne.

---

*) Ueber diese Insel sehe man *Poggendorff's* Annalen der Physik und Chemie. Bd. 24. pag. 65., wo die Beobachtungen des Professors *F. Hoffmann* und Anderer zusammengestellt sind.
A. d. U.

c) Da man angenommen hat, dafs die im Feuer gebildeten Gesteine, sowohl in derselben Art, wie es bei den heutigen Vulkanen geschieht, als auch in grofsen Massen aus dem Innern der Erde ausgeworfen wurden, so mufs der Beobachter seine Aufmerksamkeit auf diejenigen Punkte richten, wodurch dieser Gegenstand aufgeklärt werden kann. Mit dem Namen Trappgesteine bezeichnet man verschiedene Gesteine, wie Grünstein und dergleichen; und dies Wort ist äufserst zweckmäfsig, wenn man nicht annimmt, dafs dergleichen Gesteine immer in Massen und auf eine Weise emporgestiegen sind, die von derjenigen abweicht, in welcher jetzt geschmolzenes Gestein aus einem Vulkan hervordringt, oder dafs sie in Spalten hineingepreſst wurden und dieselben ausfüllten. Wir haben uns weitläuftiger, als sonst wohl geschehen seyn würde, bei den Veränderungen aufgehalten, welche die ehmalige Insel Ferdinandea erlitten hat, wenn sie, entweder allmälig oder plötzlich, so von den Wellen angegriffen wurde, dafs nur ihre festeren Theile übrig blieben, weil wir Trappgesteine gesehen haben, die so von Ablagerungen aus dem Wasser bedeckt und damit untermengt waren, dafs die ungestörte Beschaffenheit und der unveränderte Charakter der letzteren sich dadurch am besten erklären läfst, dafs bei einem Vulkan die lockeren Theile hinweggespült und später durch festere Ablagerungen aus dem Wasser eingehüllt wurden. Nehmen wir an, dafs ein Beobachter einen isolirten Theil eines im Feuer gebildeten Gesteins findet, von ovaler Form und mäfsiger Gröfse, der sich mitten in einem Sandstein- oder Konglomerat-Distrikt erhebt, und dafs er keine Art von Störung an der Grenze des Sandsteins oder Konglomerats mit dem Trappgestein bemerkt, welches letztere, wie er in einem natürlichen oder künstlichen Durchschnitt entdeckt, durch Schichten *b b*, Fig. 126., die im Was-

Fig. 126.

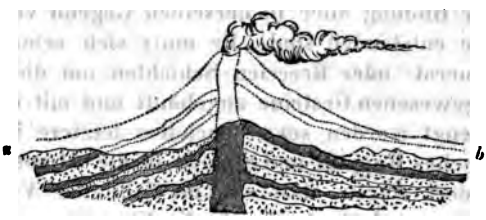


ser gebildet sind, emporsteigt, so mufs er sorgfältig die Bestandtheile der Konglomeratschichten untersuchen, und findet er Bruchstücke des im Feuer gebildeten Gesteins darin, so kann er mit Sicherheit schliefsen, dafs das Trappgestein

isolirt im Wasser stand und allmälig von den zum Theil durch seine eigene Zerstörung gebildeten Sandstein- und Konglomeratschichten eingeschlossen wurde. Das Trappgestein würde natürlich in diesem Falle älter seyn, als die umgebenden Gesteine.

d) Wir haben in dem Vorhergehenden einen etwas verwickelten Gegenstand auf die einfachste Weise darzustellen gesucht. Er ist indefs weniger häufig, als der zusammengesetztere. Fig. 127. sey nun der Durchschnitt eines Vulkans,

Fig. 127.



worin der vertikale schattirte Theil eine in der vulkanischen Spalte aufsteigende Lavasäule, und die etwas geneigten schattirten Theile Lavaströme darstellen, die zu verschiedenen Zeiten von dem Hauptstrome ausgingen, so dafs, wenn die Lava in dem letzteren endlich erstarrt, die Seitenströme damit zusammenhängen. Die punktirten, unschattirten Theile mögen Schichten von Rapilli, Asche und Steinen darstellen, die in einer Art von unregelmäfsiger Lagerung zwischen den Lavaströmen vorkommen. Nehmen wir nun an, dafs zerstörende Ursachen auf diese Masse von dichter Lava und von Aschen- und Rapillischichten so einwirken, dafs die Linie *a b* die Oberfläche des Landes wird, so erhalten wir eine Art von Trapphügel, der sich zwischen Schichten von Konglomeraten, Sandsteinen u. dgl. erhebt; einige der Lavaströme werden, wenn sie an der Oberfläche sichtbar sind, wie Schichten eines zwischen dem Konglomerat und dem Sand eingelagerten Trappgesteins erscheinen. Diese Umstände werden sehr modificirt, wenn der Vulkan unter dem Wasser ausgebrochen ist, und zwar nehmen diese Modifikationen mit der Tiefe des Wassers zu. Dies ist auch nicht auf eine geologische Periode beschränkt, sondern kommt in allen vor, wo die verschiedenen Erzeugnisse durch vulkanische Thä-

tigkeit auf die oben beschriebene Weise aufgehäuft werden konnten *).

Wenn ein Beobachter glaubt, dafs Trappgesteine, die er vor sich sieht, in der Form von Lavaströmen hervorgedrungen oder der Ueberrest der in der Oeffnung des Vulkans erstarrten Lava sind, so mufs er zuerst darauf sehen, ob das Gestein auf irgend eine Weise mit Konglomeraten oder Breccien in Verbindung steht; und wenn dies der Fall ist, so mufs er sorgfältig untersuchen, ob Bruchstücke von Trappgesteinen darin vorkommen. Ueberzeugt er sich, dafs die Konglomerate oder Breccien von neuerer Bildung sind, als einige Trappgesteine, so mufs er noch untersuchen, ob sie nach der Bildung aller in derselben Gegend vorkommenden Gesteine entstanden sind. Er mufs sich erinnern, dafs die Konglomerat- oder Breccien-Schichten um die einst geschmolzen gewesenen Gesteine angehäuft und mit ihnen können untermengt worden seyn, nachdem letztere in der Gestalt von Asche, Rappilli und Steinen in die Atmosphäre emporgeschleudert waren, dafs sie, im Falle der Vulkan sich unter dem Wasser befand, durch die Einwirkung des Wassers oder durch die Thätigkeit beider Ursachen entstanden seyn können. In Fällen, wo das Wasser die Aenderung der Asche, Rapilli und Steine in Schichten bewirkt hat, können leicht Schlamm, Sand und Steine von nicht-vulkanischen Gesteinen mit jenen auf eine solche Weise vermischt werden, dafs die eckigen Bruchstücke des Trappgesteins in derselben Schicht mit den abgerundeten, aus der Ferne herstammenden Geschieben nicht-vulkanischer Gesteine in derselben Schicht vorkommen. Ein Beobachter mufs daher seine Aufmerksamkeit vorzüglich auf diesen Punkt richten, und sorgfältig angeben, ob die Bruchstücke des Trappgesteins

*) Wir haben hier unterlassen, den Umstand anzuführen, dafs die Lavaströme durch Gänge von Lava, die sich in Spalten des Vulkans erheben, verbunden seyn können, und dafs also, wenn man sich alle Schichten von Asche, Rapilli und ausgeworfenen Steinen hinwegdenkt, das Skelett eines Vulkans aus einem Hauptstamme bestehen würde, von dem zahlreiche etwas geneigte Zweige radienförmig ausgehen, so dafs das Ganze ein kegelförmiges Ansehen erhielte. Diese Zweige würden dann durch zahlreiche, meist sehr stark geneigte Platten, die mit dem Hauptstamme zusammenhängen, fest verbunden werden. Dies sind allerdings wohl zu beachtende Gegenstände, allein eine umständliche Anführung derselben in dem Text würde einen, ohnehin schon verwickelten Gegenstand für den ungeübten Beobachter nur noch schwieriger gemacht haben.

sich nur um die zuerst bemerkte Trappmasse finden, und mit der Entfernung von derselben, allmälig verschwinden, und ob die Konglomerate, wenn sie vorhanden sind, nur Geschiebe oder Bruchstücke anderer Gesteine zeigen. Er mufs ferner Spuren von vulkanischem Sande zwischen solchen verbundenen Schichten aufzufinden suchen; und da Lavaströme, wenn sie hinreichend mächtig sind, die Gesteine, über die sie hinfliefsen, verändern können, so mufs er in den Gesteinen, welche unmittelbar unter der Trappmasse vorkommen z. B. Mergel, Sandstein, Konglomerate, dergleichen Veränderungen aufzufinden suchen; dagegen kann er nicht erwarten, solche Umänderungen in den Gesteinen über der Lava zu finden, weil diese sich erst bildeten, nachdem der Lavastrom in Folge seiner Abkühlung aufgehört hatte zu fliefsen.

Damit der Beobachter nicht etwa glaubt, dafs wir bei unserem beschränkten Raume einem Gegenstande, der kaum jemals vorkommen dürfte, zuviel Aufmerksamkeit geschenkt haben, so wollen wir nur anführen, dafs in der Nähe von Tiverton, Silverton, Kellerton Park und Crediton in Devonshire, Umstände, den oben angeführten ähnlich, vorkommen, und es scheint aller Grund vorhanden, anzunehmen, dafs in jener Gegend, zur Zeit der Bildung des rothen Sandsteins, Vulkane vorhanden und während der Bildung der unteren Theile jener Gesteinreihe thätig waren, und dafs diese Vulkane wahrscheinlich in Bezug auf das Meer eine Lage hatten, die der der Insel Ferdinandea nicht unähnlich war. Herr *Murchison* *) hat Erscheinungen angegeben, die, wie er glaubt, sich sehr wohl durch die vulkanische Thätigkeit, gleichzeitig mit der Bildung der Grauwacke in einem Theile von Wales, erklären lassen, und wir haben in Rücksicht auf das nämliche Gestein in Devonshire dasselbe gethan **)

e) Obgleich vulkanische Thätigkeit — d. h. das Auswerfen von Asche, Rapilli, Steinen und geschmolzenen Massen auf die feste Erdoberfläche durch die Gewalt der Gase und Dämpfe, und das Eindringen des geschmolzenen Gesteins in Höhlungen und Spalten — seit sehr entfernten geologischen Perioden statt gefunden haben mag, so folgt doch daraus nicht, dafs die hervortreibenden Gase und Dämpfe stets dieselben gewesen sind, oder dafs die ausgeworfenen Gesteine immer eine gleiche mineralogische Zusammensetzung gehabt

*) Proceedings of the geological Society of London. 1834.
**) Researches in theoretical Geology. pag. 384.

haben. Da der Beobachter nicht erfahren kann, in wie fern jene Gase und Dämpfe verschieden gewesen sind, so mufs er sich darauf beschränken, seine Aufmerksamkeit auf die mineralogische Zusammensetzung derjenigen Gesteine zu richten, welche auf eine solche Weise vorkommen, dafs sie, nach Art der neueren Laven, ausgeworfen seyn können. Er wird oft mandelsteinartige Gesteine darunter finden, und wenn er auf die Richtung der Blasenräume, die jetzt mit Agat, kohlensaurem Kalk oder anderen Mineralmassen gefüllt sind, achtet, so kann er daraus die Richtung erkennen, in welcher das Trappgestein, als es in einem flüssigen oder zähen geschmolzenen Zustande war, geflossen ist. Diese Mandelsteine zeigen, dafs sie vor ihrem Festwerden keinem bedeutenden Druck von oben her ausgesetzt gewesen sind, daher ist ihr Vorkommen zwischen anderen Trappgesteinen von Wichtigkeit. Wir haben im Feuer gebildete Gesteine dieser Art gesehen, die, in Verbindung mit Grünstein, in Grauwacke vorkamen und so blasig waren, dafs sie, vor der Ausfüllung der kleinen Höhlungen, einem leichten Bimsstein ähnlich gewesen seyn müssen. Wenige Meilen südlich von Launceston in Cornwall ist die eingedrungene Masse, welche kohlensaurer Kalk ist, so bedeutend, und die Wände der Höhlungen sind so dünn, dafs das Gestein mit Erfolg als Kalkstein gebrochen wird.

Der Beobachter mufs sorgfältig die verschiedenen Charaktere dieser muthmafslich vulkanischen Gesteine verschiedenen Alters angeben und solche Handstücke sammeln, die ihm charakteristisch erscheinen. Er mufs auch darauf achten, ob der mineralogische Charakter in derselben Gegend sehr abweichend ist. Da diese Blätter wahrscheinlich in die Hände Einiger kommen werden, die noch keine geologische Handbücher gelesen haben, so müssen wir hier anführen, dafs die chemische Zusammensetzung eines im Feuer gebildeten Gesteins oft dieselbe seyn kann, während das äufsere Ansehen verschieden ist, und dafs ein Stück Grünstein durch Schmelzung in unseren Oefen und darauf erfolgte schnelle Abkühlung in eine glasige Masse, ähnlich dem Obsidian, verwandelt werden kann, dafs man diese Glasmasse durch abermaliges Schmelzen und langsame Abkühlung wieder in eine steinartige Masse umändern kann, und dafs wir, je langsamer die Abkühlung erfolgt, auch um so mehr ein krystallinisches Gefüge erhalten. Ein Beobachter kann daher annehmen, dafs ein im Feuer gebildetes Gestein, von denselben

chemischen Bestandtheilen, um so längere Zeit zur Abkühlung bedurft hat, je krystallinischer es ist.

f) Der Beobachter mufs daraus, dafs ein Trappgestein einst voll von Blasenräumen war, deren Ausfüllung durch fremde Massen es in einen Mandelstein verwandelt hat, nicht folgern, dafs es und jedes andere damit verbundene Trappgestein nothwendig auf die Art wie die Lava aus einer vulkanischen Oeffnung ausgestofsen wurde; denn wenn es den oberen Theil einer grofsen in flüssigem oder zähem Zustande emporgedrungenen Trappmasse bildet, so kann es leicht eine zellige Beschaffenheit annehmen, wenn der von oben her wirkende Druck nicht stark genug ist, um die Ausdehnung der durch das Gestein verbreiteten Gase und Dämpfe zu verhindern.

g) Wir kommen jetzt zur Betrachtung derjenigen Gesteine, die weder in sich selbst, noch auch hinsichtlich ihres Vorkommens, irgend einen Beweis liefern, dafs sie nach Art der Lava aus einer vulkanischen Oeffnung ausgeworfen sind; sie zeigen im Gegentheil, dafs sie in einem Zustande beträchtlicher Flüssigkeit bis zu einer fast ins Dichte übergehenden Zähigkeit oft in grofsen Massen zwischen andere Gesteine emporgeschoben wurden. Nehmen wir z. B. den eigentlich sogenannten Granit, der offenbar zwischen andere Gesteine eingedrungen ist. Bis jetzt ermächtigt nichts zu der Annahme, dafs dieses Gestein aus einer kraterähnlichen Oeffnung ausgeworfen wurde, während es höchst wahrscheinlich ist, dafs es in grofsen Massen emporgehoben wurde und andere Gesteine verdrängte, die, wenn sie geschichtet waren, oft Biegungen und Verdrehungen erlitten. Dasselbe gilt in zahlreichen Fällen von Serpentin-Massen, Gabbro *(diallage rock)*, verschiedenen Porphyren, Grünsteinen u. s. w. Wir wünschen blos durch diese Angabe dem Beobachter dasjenige vorzulegen, was sich aus bekannten Thatsachen leicht folgern läfst. Wir würden uns von dem Wege, den wir uns selbst in diesen Blättern vorgezeichnet haben, entfernen, wenn wir durch diese oder andere Schlufsfolgen seine Meinung zu gewinnen suchten; er mufs daher das hier Gegebene nur bedingungsweise annehmen, bis seine eigenen Beobachtungen ihn in den Stand setzen, die Genauigkeit desselben zu beurtheilen.

h) Wenn ein Beobachter eine Masse Granit, Serpentin, Gabbro, Porphyr, Grünstein und dgl. vor sich hat, so mufs er bei seinen Untersuchungen, während er alle Umstände

erwägt, die zu dem Schlusse führen, dafs jene Massen, ähnlich den Lavaströmen, aus vulkanischen Oeffnungen ausflossen, oder dafs sie in Massen ausgeworfen wurden, zugleich darauf achten, ob sich von der Hauptmasse des im Feuer gebildeten Gesteins nicht Gänge in die angränzenden Gesteine hinein erstrecken, und wenn dies der Fall ist, ob sie die in dem letzteren entstandenen Risse und Spalten ausfüllen. Auf die allmälige Veränderung der mineralogischen Zusammensetzung mufs man in solchen Fällen gehörige Aufmerksamkeit verwenden, und man darf, wenn augenscheinlich das im Feuer gebildete Gestein in die Risse und Spalten der älteren anliegenden Gesteine gewaltsam eingedrungen ist, nicht vergessen, dafs dieselbe chemische Masse, die in der Hauptmasse grofskörnig und krystallinisch erscheint, gegen das Ende eines Ganges eine dichtere Masse bilden kann. Der einfache Grund hiervon ist, dafs in letzterem Falle die Gangmasse schneller abkühlt, als die Hauptmasse. Es ist wünschenswerth, Handstücke von diesen Veränderungen zu sammeln, um sie der chemischen Analyse zu unterwerfen.

i) Wir lenken hier noch einmal die Aufmerksamkeit des Chemikers auf die grofsen Dienste, welche er der Geologie durch Analysiren von Gesteinen leisten kann. Wir haben an einem anderen Orte *) gewisse Unterschiede und Aehnlichkeiten berechnet, die in den chemischen Bestandtheilen verschiedener im Feuer gebildeter Gesteine vorhanden seyn können, da indefs solche Berechnungen blofse Annäherungen geben, die, je nach der Genauigkeit der Data, worauf sie sich gründen, der Wahrheit mehr oder weniger nahe kommen, so sind direktere Beweise für solche Unterschiede oder Aehnlichkeiten nöthig, — und diese ist Niemand besser im Stande zu geben, als der experimentirende Chemiker. Es ist kaum zu bezweifeln, dafs im Feuer gebildete Gesteine, die chemisch dieselben Bestandtheile haben, oft durch Namen sind unterschieden worden, die Manchen zu dem Glauben verleiten können, dafs sie nicht, wie es wirklich der Fall ist, blofse Modifikationen derselben Masse sind. Wir wollen z. B. annehmen, dafs diejenigen Substanzen, welche die unter dem Namen Hornblende und Feldspath bekannten Mineralien bilden, so entwickelt sind, dafs jedes Mineral die Hälfte eines Gesteins ausmacht. Ist diese Masse äufserst

*) *De la Beche*, Geological Manual; Art. Unstratified Rocks. 3rd. Edit.

feinkörnig, so hat man sie häufig Basalt genannt; sind die Mineralien deutlich entwickelt, so ist es ein Grünstein, und ist das Gestein grofskörnig, so ist es ein Syenit — wenigstens ist dieser Name oft auf ein solches Gestein angewendet worden. Wenn dagegen dieselben Substanzen sich so anordnen, dafs ein Mineral in einem vollkommen oder nahe vollkommen auskrystallisirten Zustande in einer von den übrigen chemischen Bestandtheilen gebildeten Grundmasse zerstreut vorkommt, so wird das Gestein ein Porphyr genannt. Auf diese Veränderungen in der mineralogischen Struktur mufs der Beobachter seine Aufmerksamkeit richten, und er wird nicht selten finden, dafs sie auf einem beschränkten Raum in derselben Masse statt findet, die offenbar zu gleicher Zeit ausgeworfen oder emporgedrängt worden ist. Handstücke, welche diese Veränderungen erläutern, sind für die chemische Analyse von Werth und müssen daher mit Sorgfalt gesammelt werden.

k) Bei Gängen (pag. 24.) mufs der Beobachter seine Aufmerksamkeit auf die verschiedenen darin vorkommenden Struktur-Veränderungen richten. Man hat gefunden, dafs die äufseren Theile der aus Grünstein bestehenden Gänge zuweilen in Serpentin übergehen, wenn das durchsetzte Gestein ein Kalkstein ist. Der Uebergang des Serpentins oder Gabbro in Grünstein ist auch häufig, wenn erstere in grofsen Massen vorkommen. Diese und ähnliche Punkte dürfen nicht vernachläfsigt werden.

l) Der Beobachter mufs bei Untersuchung des Vorkommens der im Feuer gebildeten Gesteine in ihren Beziehungen zu einander und zu den im Wasser gebildeten Gesteinen sich gröfstentheils nach der Beschaffenheit des Landes richten, worin er sich befindet, und da diese aufserordentlich variirt, so würde es schwierig seyn, ihm eine Anleitung für das zu befolgende Verfahren zu geben. Er mufs indefs hauptsächlich darauf achten, ob sich Beweise vorfinden, dafs die im Feuer gebildeten Gesteine zwischen die Schichten der früher daselbst vorhandenen Gesteine eingedrungen sind, oder ob sie dieselben durchbrochen oder gestört haben. Es mufs sich häufig ereignet haben, dafs im Feuer gebildete Gesteine, die durch Spalten oder mehr oder weniger ausgedehnte Oeffnungen hervorgedrängt wurden, über die damalige feste Oberfläche hinflossen, und dafs das Ganze später durch ein im Wasser gebildetes Gestein bedeckt wurde. Es sey z. B. *a b*, Fig. 128., ein im Feuer gebildetes Gestein, das durch die

Fig.

Oeffnung *c* emporgestiegen,
Gesteins *d e* hingeflossen ist
eine im Wasser gebildete
Da sich nun dasselbe äufse
das durch *c* emporgestieg
f g einen beträchtlichen
nöthigt wäre, sich nach
standes zwischen den bei
ten, so ist es nothwendig
Beschaffenheit der unter
von *d e* untersucht. Zu
wirkungen eines erhitzt
stücke beider in *a b* ei
dafs *a b* später als *d*
hineingedrängt worden
d e allein das Ansehen.
und ist die untere Fläc
mend mit der Oberfläc
gungen der Struktur o
der schon vorhandenen
enthält es vielleicht a
teren, so kann man se
ist, als *f g*. Sind nun *f*
Gesteinreihe, so kennt

m) Wenn Durchse
bei der Bestimmung d
Gesteine grofse Sorgfa
a b die Oberfläche ei

unterhalb welcher das Gestein nicht mehr sichtbar ist, *s* sey ein Sandstein der Gruppe über der Kreide und *g* ein Granit. Es hat auf den ersten Blick das Ansehen, als ob der Granit über den Sandstein hingeflossen, also neuer als dieser sey. Dieser Schluſs wäre in dem vorliegenden Falle unrichtig; denn der Granit mag einer der ältesten gewesen seyn, bedeckt, wie alle älteren Gesteine, durch ein lange nach ihm gebildetes Gestein, denn die scheinbare Ueberlagerung ist nur durch die, keinesweges zu sehr geneigte Verwerfung *f* bewirkt, und die später entstandene Oberfläche ist so gebildet worden, daſs sie an dieser Stelle das falsche Ansehen einer Ueberlagerung darbietet. Wir theilen diese Bemerkung nicht deshalb mit, weil dieses Vorkommen häufig ist, sondern nur, um dem Beobachter zu zeigen, daſs er bei wichtigen Folgerungen in Bezug auf das Alter der Gesteine die gröſste Vorsicht gebrauchen müsse. In dem vorliegenden Falle muſs man sehen, ob Beweise für eine Verwerfung zwischen *s* und *g* vorhanden sind, oder ob man nicht, in natürlichen oder künstlichen Entblöſsungen unterhalb *s*, entweder in der Verlängerung der oberflächlichen Verbindungslinie zwischen den beiden Gesteinen, oder indem man sogleich durch *s* hindurch geht, eine Fortsetzung von *g* auffinden kann.

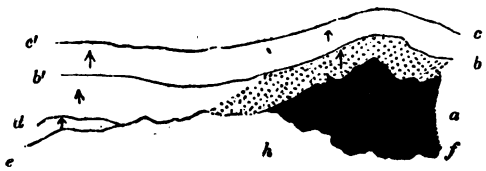
p) Da man gewöhnlich annimmt, daſs mit der chemischen Verschiedenheit der im Feuer gebildeten Gesteine verschiedener geologischer Perioden im Groſsen und Ganzen auch eine korrespondirende Verschiedenheit in der mineralogischen Struktur verbunden ist, — d. h., daſs die in geschmolzenem Zustande ausgeworfenen oder emporgedrängten Gesteine in früheren Zuständen der Erdoberfläche nicht genau aus denselben Mineralsubstanzen gebildet waren, wie in neueren Zeiten, — so muſs der Beobachter sorgfältig jede sich ihm darbietende Gelegenheit benutzen, um das relative Alter der im Feuer gebildeten Gesteine zu bestimmen. Dies kann dadurch geschehen, daſs er die Art ihres Vorkommens im Verhältniſs zu den im Wasser gebildeten Gesteinen aufzeichnet. Wenn sich ergiebt, daſs sie, oder wenigstens einige von ihnen, auf irgend einem Gestein, dessen relatives Alter bekannt ist, ruhen oder es durchbrechen, so folgt, daſs die im Feuer gebildeten Gesteine neueren Ursprungs sind, als die im Wasser gebildeten, auf welchen sie ruhen oder die sie durchbrechen. Sind sie ruhig von Gesteinen, die im Wasser gebildet wurden und deren relatives Alter man kennt, bedeckt, so sind sie älter, als letztere.

XXV. Umgeänderte Gesteine.

Obgleich es wenige Gesteine mechanischen Ursprungs giebt, die seit der Zeit ihrer ursprünglichen Ablagerung nicht in gewissem Grade in ihrer mineralogischen Struktur modificirt worden wären *), so wenden doch die Geologen jetzt den Ausdruck umgeänderte Gesteine ausschliefslich auf diejenige Modifikation der mineralogischen Struktur an, die in Gesteinen, seit ihrer Bildung, durch Einwirkung von Hitze hervorgebracht worden sind. Es versteht sich hierbei von selbst, dafs die Hitze niemals stark genug gewesen ist, um eine Schmelzung zu bewirken, und dafs daher das Gestein, wenn es geschichtet war, diese Struktur beibehält, indem die Umänderung nur die relative Stellung der Bestandtheile betrifft.

a) Wenn ein Beobachter vermuthet, dafs er umgeänderte Gesteine vor sich hat, so mufs seine erste Sorge seyn, sie bis an solche Punkte zu verfolgen, wo ihr Charakter unzweifelhaft ist. Wir wollen annehmen, dafs Fig. 130. eine

Fig. 130.



Charte einer Gegend darstelle, *e f* sey eine Küstenlinie und der Beobachter gehe von *f* nach *e*. Es sey ferner *a* ein Granit, und der Beobachter finde nun bei *h* ein Gestein in Berührung mit dem Granit, das er auf den ersten Blick für einen Gneufs hält, bei genauerer Erwägung des allgemeinen geologischen Charakters der Gegend jedoch vermuthet, dafs es ein umgeändertes Gestein seyn könne. Folgt er nun dem angeblichen Gneufs bis *b* und findet überall konstant denselben Charakter, und entdeckt er nun überdies noch ein versteinerungsführendes Gestein *c*, welches auf jenem ruht, so wird er noch immer in Ungewifsheit bleiben, weil er das Gestein in einer Richtung verfolgt hat, wo, wenn das Gestein

*) *De la Beche*, Researches in theoretical Geology. pag. 91.

ein umgeändertes war, die Bedingungen zur Hervorbringung dieser Umänderung dieselben seyn würden; er wird daher wenig mehr gelernt haben, als wenn er von *h* aus in das Innere des Landes gegangen wäre und die Art des Gesteins bestimmt hätte, welches auf dem muthmafslich umgeänderten Gesteine *b* ruht, indem letzteres nach dieser Richtung fällt.

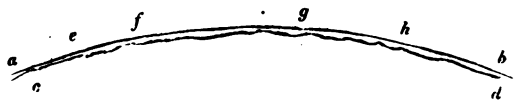
Der Beobachter hätte seinen Weg nach *e* hin, von dem Granit abwärts, nehmen müssen, von dem wir annehmen wollen, dafs er in dieser Richtung, selbst unter dem Meere hin, nicht fortsetze. Er mufs nun sorgfältig nach Veränderungen in dem mineralogischen Charakter des Gesteins forschen, welches er verfolgt, und sich vorsehen, dafs er es nicht mit einem anderen Gestein, in der Richtung des Streichens verwechselt. Wir wollen des Beispiels wegen annehmen, er sieht, je mehr er sich von dem Granit entfernt, den Charakter des Gneufses immer mehr verschwinden, und das Gestein allmälig in einen thonigen Schiefer übergehen. Er mufs sich dann zu überzeugen suchen, ob dieser Schiefer Versteinerungen enthält, und wenn dies der Fall ist, so kann er das Gestein *a* als ein, in der Berührung mit dem Granit umgeändertes Gestein ansehen. Hieraus folgt nothwendig, dafs der Schiefer älter ist, als der Granit, und dafs dieser im Zustande der Schmelzung oder grofser Erhitzung mit dem Schiefer in Berührung gekommen ist. Um sich noch mehr zu überzeugen, das eine Umänderung des Gesteins *b* durch den Granit bewirkt worden ist, mufs er sorgfältig untersuchen, ob letzterer nicht in ersteres eingedrungen ist.

In Fig. 130. haben wir angenommen, dafs das umgeänderte Gestein, in der Richtung nach *e* hin, zwischen den Gesteinen *c'* und *d* eingeschlossen ist. Sind diese nun bekannte Glieder einer Gesteinreihe, entweder durch die in ihnen enthaltenen Versteinerungen, oder aus anderen Umständen, so kennt man auch das relative Alter des Gesteins *b b'*, und der Beobachter ersieht daraus, dafs ein solches Gestein umgeändert worden ist und, in Berührung mit dem Granit *a*, das täuschende Ansehen des Gneufses angenommen hat.

Der Beobachter mufs sich stets genügende Beweise von der Umänderung eines Gesteins dadurch zu verschaffen suchen, dafs er es bis an solche Punkte verfolgt, wo es noch unverändert ist, oder indem er organische Reste darin auffindet, von denen man weifs, dafs sie in bestimmten Gesteinen der Gegend oder einer bestimmten Gesteinreihe vorkommen.

b) Es ist nicht genug, dafs ein Gestein seinen Charakter ändert, z. B. aus einem mechanisch gebildeten in ein krystallinisches Gestein übergeht, um daraus schliefsen zu können, dafs letzteres ein umgeänderter Theil des ersteren ist; denn es kann sich leicht ereignen, dafs in gewissen ausgedehnten Ablagerungen ein Theil auf mechanische und ein anderer auf chemische Weise gebildet wird, und das letzterer theilweise höchst krystallinisch ist. Wenn z. B. der Bogen *a b*, Fig. 131., einen bedeutenden Theil der Meeresfläche und *c d*

Fig. 131.



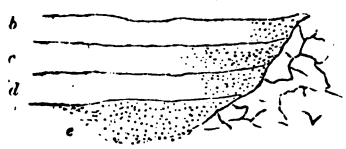
den festen Meeresboden darstellt, so wird man leicht einsehen, dafs eine, gleichzeitig auf dem letzteren statt findende Ablagerung bei *e* aus Sand, bei *f* aus Lehm, bei *g* aus gewöhnlichem Kalkstein und bei *h* aus krystallinischem Kalkstein bestehen kann; oder dafs auf dieser ganzen Strecke grofse Veränderungen in dieser Beziehung statt gefunden haben. Wenn nun der krystallinische Kalkstein durch Zufall auf einem älteren, im Feuer gebildeten Gesteine sich absetzte, und später über die Meeresfläche erhoben wurde, so könnte man, ohne die gehörige Aufmerksamkeit, leicht schliefsen, dafs die krystallinische Struktur des Kalksteins durch Einwirkung der Hitze des im Feuer gebildeten Gesteins entstanden und das krystallinische Gestein daher ein umgeändertes sey.

Bei gewissen Dolomiten (einer Masse von kohlensaurem Kalk und kohlensaurem Talk) und krystallinichen Kalksteinen ist diese Vorsicht besonders nothwendig, denn obgleich Gesteine dieser Art oft deutlich zeigen, dafs sie umgeändert worden sind, so sind doch andere, von derselben Beschaffenheit, so gebildet, wie wir sie jetzt sehen.

c) Wenn ein Beobachter die Umänderung von Gesteinen aus den angegebenen Umständen folgert, so mufs er grofse Aufmerksamkeit auf die Art der statt gehabten Veränderung richten und belehrende Handstücke, namentlich für die chemische Untersuchung, sammeln, um dadurch zu erfahren, ob überall sich dieselben Bestandtheile finden, oder ob während des Processes der Umänderung fremde Stoffe in die ursprüngliche Gesteinsmasse eingedrungen sind. Wenn nun überdies

mehrere Schichten, die eine verschiedene mineralogische Zusammensetzung zeigen, von derselben Masse eines im Feuer gebildeten Gesteins durchbrochen wurden, und sämmtlich umgeändert worden sind, so mufs er auf die relative Umänderung eines jeden achten und angeben, in wie fern die ursprüngliche mineralogische Zusammensetzung auf die Erstreckung der Umänderung von Einflufs gewesen ist. Es sey z. B. in Fig. 132. (die man als Plan oder als Durchschnitt

Fig. 132.



betrachten kann) *a* ein im Feuer gebildetes Gestein, das mehrere mineralogisch von einander verschiedene Schichten oder Gesteine *b*, *c*, *d*, *e* durchbrochen hat; dann mufs man genau darauf sehen, ob die Gesteine auf verschiedene Entfernungen umgeändert worden sind, und wenn dies der Fall ist, sorgfältig die mineralogische Zusammensetzung eines jeden unterscheiden. Doch mufs man auf die Krümmung der Berührungslinie des eingedrungenen mit dem älteren Gestein gehörige Rücksicht nehmen. Wir haben in der obigen Figur angenommen und durch Punkte angezeigt, dafs das Gestein *e* am weitesten und *b* am wenigsten umgeändert worden ist.

d). Bei Gängen von Granit, Trapp oder gewöhnlichen vulkanischen Gesteinen mufs man untersuchen, ob die anliegenden Gesteine Umänderungen in ihrer Zusammensetzung erlitten haben. Die auf diese Weise hervorgebrachte Umänderung findet sich häufig, wird aber, weil sie nur in kleinem Maafsstabe auftritt, übersehen, obwohl sie höchst belehrend ist, und der Beobachter mufs daher sehen, ob irgend eine reciproke Wirkung auf die Masse des im Feuer gebildeten Gesteins selbst statt gefunden hat. Wir haben schon angeführt, dafs unter gewissen Bedingungen eine solche Einwirkung statt finden kann, und sie kommt gewifs häufiger vor, als sie bisher beobachtet worden ist. Wir haben Veränderungen im grofsen Maafsstabe gesehen, die sich nur auf diese Weise würden erklären lassen.

e) Man mufs nicht annehmen, dafs Umänderungen von Gesteinen in dem oben angegebenen Sinne auf die im Wasser gebildeten Gesteine beschränkt sind; sie finden sich zuweilen auch da, wo ein im Feuer gebildetes Gestein ein anderes älteres derselben Art durchbricht. Die dadurch entstehenden Veränderungen sind oft höchst interessant und dürfen von dem Beobachter durchaus nicht vernachläfsigt werden.

XXVI. Metallführende Gänge.

Dem gewöhnlichen Gebrauche gemäfs beschränken wir die obige Benennung auf diejenigen Gänge, welche Metalle enthalten, die zu nützlichen Zwecken verwendet werden. Diese Definition ist jedoch keinesweges gut, denn viele Erze — z. B Schwefelkies — kommen nur an Stellen vor, die, wenigstens für einige Arten der metallführenden Gänge, Aufschlufs gewähren. Es ist keinesweges unsere Absicht, hier weitläuftig in diesen verwickelten Gegenstand einzugehen; wir wünschen nur die Aufmerksamkeit des Beobachters auf einige Hauptpunkte zu lenken.

a) Da man annimmt, dafs viele metallführende Gänge nichts weiter sind, als die, Verwerfungen (pag. 158.) genannten Zerreifsungen, und dafs die verschiedenen, in ihnen gefundenen Erze später eingedrungen sind, so mufs der Beobachter seine Aufmerksamkeit auf diejenigen Umstände richten, welche in diesem Falle die relative Stellung der Wände des Ganges, so wie das, was er enthält, charakterisiren. Er mufs sehen, ob sich keine Beweise für eine statt gehabte Bewegung an den Seitenwänden finden, wie Spuren von Reibung, Bruchstücke des Nebengesteins in der Spalte, und andere, früher (pag. 159.) angegebene Merkmale. Wenn sich Gelegenheit darbietet, so würde es gut seyn, das Vorkommen des Schwefelkieses in gewöhnlichen Verwerfungen zu studiren und anzugeben, ob zwischen dieser Art des Vorkommens und dem der Kupfer- und anderen Erze ein Unterschied statt findet.

b) In einigen Ländern hat man bemerkt, und wir selbst hatten Gelegenheit es zu sehen, dafs ein metallführender Gang einer bedeutenden Verwerfung völlig oder nahe parallel lief, und dafs ersterer wie eine Spalte erschien, die bei der Bildung der grofsen Verwerfung oder Verschiebung entstanden war. Dies ist auch ein Umstand, den ein Beobachter wohl zu beachten hat.

c) Die Metalle kommen auch in der Form eines netzartigen Gewebes vor, indem zahlreiche Schnüre von Erz sich nach allen Richtungen durchkreuzen. Einige betrachten dies als gleichzeitiger Entstehung mit dem Festwerden des Gesteins, während Andere es für eine Menge kleiner Zerspaltungen halten, die bei dem Erhärten des Gesteins gebildet und später durch die Erzmasse ausgefüllt wurden. Der Beobachter mufs unparteiisch die verschiedenen, mit dieser Art des Vorkommens verbundenen Umstände aufzeichnen.

d) Die Metalle sind ferner auch in kleinen, gröfstentheils krystallinischen Körnern in den Gesteinen verbreitet. So findet sich zuweilen das Zinnoxyd im Granit, und das Gold in einigen Porphyren. In solchen Fällen mufs der Beobachter sorgfältig beachten, ob die zerstreuten Metalle so auskrystallisirt erscheinen, wie der Schwefelkies in einigen Trappgesteinen, oder wie dieselbe Substanz in den mechanisch gebildeten Mergeln, Thonen und Schiefern. Er mufs auch zu bestimmen suchen, ob die Körner nicht zerriebene Theile älterer metallführender Gänge sind, die mit anderen Theilen eines mechanisch gebildeten Gesteins hinweggespült wurden, bis sie endlich mit diesen zugleich zur Ruhe kamen.

e) Da, in Folge der stets sich vermehrenden Thatsachen, die Ansicht täglich allgemeiner wird, dafs die auf Gängen vorkommenden Metalle aus den Gesteinen herstammen, in welchen die Gänge aufsetzen, so mufs der Beobachter seine Aufmerksamkeit auf die Beschaffenheit des Nebengesteins in der Nähe der Gänge richten und angeben, ob sich nahe den Gängen und in geringer Entfernung davon ein Unterschied in der mineralogischen Zusammensetzung des Gesteins findet. In Fällen, wo die Unterschiede bemerkbar sind, mufs er für die chemische Untersuchung Handstücke sammeln.

f) Da man in allen Bergwerken wahrgenommen hat, dafs derselbe metallführende Gang, gemäfs seiner Ausdehnung durch verschiedene Gesteine, oder selbst durch dasselbe Gestein, wenn dieses in seiner mineralogischen Zusammensetzung oder auch nur in der Härte variirt, sich im Grofsen und Ganzen mehr oder weniger verändert, so mufs der Beobachter die Art dieser Veränderungen sorgfältig aufzeichnen und angeben, wie oft eine ähnliche mineralogische Zusammensetzung von ähnlich charakterisirten Gängen begleitet ist. Durch Sammlung vieler Thatsachen dieser Art werden

wir mehr Einsicht in diesen Gegenstand erlangen, als wir bis jetzt besitzen.

g) Da, wo sich zwei oder mehrere metallführende Gänge durchkreuzen oder durchsetzen, beobachtet man oft merkwürdige Thatsachen, namentlich in Bezug auf die Art der darin vorkommenden Metalle und ihre Verbindung, so wie hinsichtlich der Veränderung der allgemeinen Ebenen der metallführenden Gänge. In letzterem Falle mufs man besonders darauf achten, ob irgend eine Aehnlichkeit statt findet mit dem Durchsetzen von Verwerfungen verschiedenen Alters, indem dadurch die Fortsetzung der einen Art von Verwerfungen zerstört wird.

h) Da man bemerkt hat, dafs metallführende Gänge häufig da vorkommen, wo sich ein ungeschichtetes Gestein mit einem geschichteten Gestein berührt, wenn ersteres in letzteres eingedrungen ist, so mufs der Beobachter sorgfältig aufzeichnen, ob die metallführenden Gänge beide Gesteine durchsetzen, und ob besondere Charaktere der Gänge und der Reichthum an Erz sich zu beiden Seiten der Berührungslinie des geschichteten und ungeschichteten Gesteins gleich weit erstrecken.

Dritte Abtheilung.

Anwendung der Geologie auf die nützlichen Zwecke des Lebens.

I. Ackerbau.

In einer Gegend, wo Gesteine von verschiedenem mineralogischen Charakter vorkommen, wird man wohl kaum einen erfahrenen Landwirth finden, dem es nicht in einer gewissen Ausdehnung bekannt wäre, dafs der Werth eines jeden Bodens von dem darunter liegenden Gestein abhängig ist. Er weifs vielleicht — und es möchte wohl kaum jemals der Fall seyn — den Grund hiervon nicht anzugeben, aber das Faktum ist ihm wohl bekannt. Nun ist es eben die Kenntnifs dieser Ursache, welche den mit der mineralogischen Zusammensetzung eines bestimmten Gesteins in einer

Gegend vertrauten Geologen in den Stand setzt, darzuthun, weshalb der über dem Gestein gebildete Boden unter gleichen Umständen für eine Kulturart geeigneter ist, als für eine andere. In einigen Fällen entsprechen die Linien, welche besondere Arten des Anbaues trennen, genau den Scheidungslinien von zwei darunter liegenden Gesteinen, und die Landbauer haben durch die Erfahrung gefunden, dafs auf die beiden Bodenarten über diesen Gesteinen nicht jede Kulturart mit gleichem Vortheil anzuwenden ist. Die gewöhnliche Eintheilung des Landes in schweren, leichten, kalten u. dgl. Boden ist abhängig von den unterliegenden Gesteinen.

Die natürlichen Bodenarten sind nur zersetzte Theile des darunter liegenden Gesteins, vermischt mit zersetzten vegetabilischen Substanzen, die darauf gewachsen oder gefallen sind, und mit einem Antheil animalischer Substanzen, die von dem Dünger von Thieren herrühren, welche sich von Vegetabilien nährten, ferner von todten Insekten und Würmern, die einst auf der Oberfläche lebten, und von der Zersetzung von Thieren herstammen, die auf dem Lande umkamen und nicht durch diejenigen Säugethiere, Vögel und Insekten fortgeschafft worden sind, die als die natürlichen Strafsenreiniger zu betrachten sind.

Die Beständigkeit der natürlichen Bodenarten hängt ab von der relativen Lage, die sie einnehmen (ob sie sich auf dem steilen Abhange eines Hügels oder auf Ebenen gebildet haben); von der porösen oder für das Wasser undurchdringlichen Beschaffenheit des unterliegenden Gesteins (wovon die gröfsere oder geringere Leichtigkeit, womit der Boden während eines Regens hinweggespült werden kann, abhängig ist); von dem Klima der Gegend im Allgemeinen, namentlich von der in einer bestimmten Zeit fallenden Regenmenge, und von der Art und der Dichtigkeit der Vegetation, wodurch der Boden nach Umständen mehr oder weniger gegen die Fortschaffung geschützt wird.

Obgleich einige Pflanzen wachsen, ohne dafs ihre Wurzeln in dem Boden befestigt sind, so ist dies doch bekanntlich weder mit den Vegetabilien im Allgemeinen, noch auch mit denjenigen Gewächsen der Fall, die der Mensch, entweder als Nahrung für sich, oder für die von ihm gezähmten Thiere anbaut. Betrachten wir die Blätter als die Lungen, den Stamm als den Körper und die Wurzeln als den Mund der Pflanzen, so ist es klar, dafs eine Pflanze aus Bodenarten, die wesentlich von einander verschieden sind, nicht

dieselbe Nahrung ziehen kann. Wie die Thiere, der ihnen gegebenen Nahrung gemäfs, sterben, kümmerlich oder gut gedeihen, eben so ist es mit den Pflanzen der Fall, und wenn ein Landwirth eine Pflanze in einen Boden bringt, aus dem sie nicht die Nahrung entnehmen kann, deren sie, ihrem Baue gemäfs, bedarf, so kann sie auch nicht gedeihen. Wie nun eine Art der Nahrung für einige Thiere passend ist und für andere nicht, eben so ist auch der Boden, welcher die eine Pflanze nährt, für die andere nicht zuträglich. Der Landbauer sollte daher wissen, welche Bodenart für jede der von ihm angebauten Pflanzen am zuträglichsten ist, und da die Beschaffenheit des Bodens vornämlich von den Gesteinen abhängt, aus deren zersetzten Theilen sie hauptsächlich bestehen, so wäre eine Kenntnifs der mineralogischen Zusammensetzung und der allgemeinen Art des Vorkommens der unterliegenden Gesteine kaum weniger wesentlich für ihn.

Die Mineralsubstanzen, aus welchen die Gesteine bestehen, sind nicht sehr zahlreich; und während einige sich leicht zersetzen, behalten andere ihre ursprüngliche Struktur. Beide Charaktere sind oft in einem Boden sehr werthvoll, denn die unzersetzten Theile erhalten ihn offen, — d. h. sie gestatten die freie Cirkulation von Luft und Wasser — während die zersetzbaren Theile sich auf verschiedene Weise mit dem Nahrungsstoff der Pflanzen vermischen oder ihn modificiren. So ist eine angemessene Beimischung von Kieselerde in der Gestalt von Sand oft höchst schätzbar, während ein gehöriger Antheil von kohlensaurer Kalkerde jede schädliche Säure, die in dem Boden vorhanden ist und den man alsdann saueren Boden nennt, neutralisirt. Die mit den Mineralbestandtheilen des Bodens vermischte vegetabilische und animalische Masse nennt man Humus. Zu diesem wichtigen Bestandtheile eines Bodens kann ein Gestein nur indirekt etwas beitragen; man wird indefs leicht einsehen, dafs, je mehr ein Gestein geneigt ist, zersetzte, für einen kräftigen und üppigen Pflanzenwuchs geeignete Mineraltheile zu liefern, auch die Menge des Humus in den darüber liegenden Bodenarten um so gröfser seyn wird; und zwar gilt dies nicht nur von dem vegetabilischen, sondern auch von dem animalischen Humus, dessen Menge auch um so bedeutender seyn wird, je mehr Insekten, Reptilien, Vögel und Säugethiere in der üppigeren Vegetation Nahrung finden oder sich darin verbergen. Dies wird durch Thatsachen bestätigt; denn man hat gefunden, dafs unter gleichen Umständen

hinsichtlich des Klima's und anderer Bedingungen eine bestimmte Vegetation um so üppiger gedeiht, je gröfser der Antheil Humus in dem natürlichen Boden ist.

In Betreff des Zusammenhanges zwischen besonderen Bodenarten und den darauf wachsenden Pflanzen müssen wir auf die Werke über Ackerbau verweisen und uns hier damit begnügen, die Abhängigkeit der Bodenbeschaffenheit von dem darunter liegenden Gestein anzugeben. Es wird Niemand erwarten, dafs alle angebaute Pflanzen auf der Kreide des östlichen Englands, auf den Mergeln und Sandsteinen der inneren und westlichen Grafschaften und auf der Grauwacke von Devonshire, Wales und Cumberland gleich gut gedeihen. Wir müssen jedoch bemerken, dafs die Fruchtbarkeit oder Unfruchtbarkeit des Bodens von der mineralogischen Zusammensetzung und nicht von dem geologischen Alter des darunterliegen Gesteins abhängt. Im Ganzen kann man wohl annehmen, dafs die mineralogische Zusammensetzung der Gesteine über mäfsige Flächenräume konstant ist, so dafs, wenn man sie an einem Orte kennt, sie an einem anderen nicht wesentlich verschieden seyn wird. Wenn daher ein Landbauer eine geologische Charte zu Rathe zieht, die einen mäfsigen Flächenraum umfafst, so kann er sich für überzeugt halten, dafs die über den verschiedenen, darauf verzeichneten Gesteinen befindlichen Bodenarten unter gleichen Umständen dieselben allgemeinen Eigenschaften besitzen. Sind auf den geologischen Charten, wie es wohl anzunehmen ist, an verschiedenen Punkten Zeichen angegeben, welche die mineralogische Zusammensetzung der Gesteine anzeigen, so wird die daraus zu schöpfende Belehrung für den Ackerbauer noch vollständiger seyn.

a) Da ein aus denselben Mineralmassen bestehender Boden, je nachdem er feucht oder trocken ist, sehr verschiedenen Werth für den Ackerbauer hat, so mufs der Beobachter seine Aufmerksamkeit auf diejenigen Umstände richten, wodurch der Boden die eine oder die andere Eigenschaft erhält. Lassen wir für jetzt die allgemeine Bewässerung eines Landes unberücksichtigt, so hängt, bei gleicher Verdunstung und gleicher Regenmenge, die Trockenheit eines Bodens von der Leichtigkeit ab, womit die Theile desselben das Wasser durchsickern lassen, und diese Leichtigkeit wieder von der Art des darunter liegenden Gesteins, wie oben angegeben worden ist. Sandstein bedingt, wie zu erwarten ist, einen trockenen Boden; doch ist dies nicht mit allen sandigen

Gesteinen der Fall. In einigen ist die Mineralmasse, welche die Sandtheilchen zusammenkittet, so alaunhaltig und so reichlich vorhanden, dafs wenn das Gestein sich zersetzt, die thonige Masse das Uebergewicht über den Sand erlangt, wodurch ein schwerer, zäher Boden entsteht. Wenn der Beobachter findet, dafs das unter einem trockenen Boden liegende Gestein porös und sandig ist, so mufs er irgend ein Mittel anwenden, um die Feuchtigkeit so lange, als es für zweckmäfsig erachtet wird, in dem Boden zurückzuhalten, denn wenn sie einmal bis zu dem darunter liegenden Gestein hindurch gedrungen ist, so wird sie schnell von demselben absorbirt. Man mufs daher eine Substanz, die leicht Feuchtigkeit aus der Atmosphäre aufnimmt und von der Vegetation verzehrt wird, oder eine solche Mineralmasse mit dem Boden vermischen, welche die Theile desselben fester mit einander verbindet, so dafs in einer gegebenen Zeit eine weit geringere Quantität Feuchtigkeit durch den Boden hindurch bis zu dem absorbirenden Gestein gelangen kann, als ohne diese Beimischung. Ein solcher Boden ist als gut bewässert anzusehen.

Wenn ein trockener Boden durch Zersetzung eines Gesteins entstanden ist, welches das Wasser nicht von selbst absorbirt, so mufs man hinsichtlich der Beimischungen, die ihn feuchter machen sollen, mit grofser Vorsicht zu Werke gehen. Der Beobachter wird finden, dafs ein solcher Boden gewöhnlich von geringer Mächtigkeit ist und leicht von dem Regen hinweggespült wird. Der Regen läuft schnell ab, wo die physische Gestaltung des Landes dies begünstigt und der Boden trocknet bald durch Verdunstung. Es ist von keinem geringen Interesse, die trefflichen Wirkungen zu beobachten, welche die über solchem Boden zerstreuten losen Steine auf denselben hervorbringen. Sie halten die Feuchtigkeit in dem Boden zurück, indem sie die Verdunstung verhindern, die sonst statt finden würde. Dies zeigt sich oft auf eine höchst merkwürdige Weise bei Vergleichung der Ernten von zwei benachbarten Landgütern, wenn der Besitzer des einen die Steine hat entfernen, der andere sie dagegen hat liegen lassen, wo dann der Vortheil so auffallend auf der Seite des Letzteren ist. Einige trockene Bodenarten sind so porös, dafs sie nicht die hinreichende Feuchtigkeit zurückhalten könnten, um den Landmann für seine Arbeit zu belohnen, wenn sie nicht reichlich mit Steinen bedeckt wären. In gebirgigen Ländern dienen diese Steine auch dazu, die

Nebel und niedrigen Wolken zu verdichten und die Feuchtigkeit derselben dem Boden zuzuführen.

b) Ein feuchter oder schwerer Boden ist hauptsächlich von der Menge der Thonmasse abhängig, die das darunter liegende Gestein darbietet. Letzteres ist oft selbst ein Thon oder ein thoniges Gestein, das durch hinreichende Feuchtigkeit leicht in solche Masse umgewandelt wird. Der Boden ruht daher auf einer Gesteinschicht, die das Wasser nicht zu durchdringen vermag, woraus denn natürlich die nothwendigen Folgen entstehen. Ein solcher Boden ist indefs wohl kaum jemals an und für sich gut; aber ein guter Boden kann zuweilen über einer Thonschicht liegen, indem derselbe durch Zersetzung einer Gesteinschicht entstanden ist, deren mineralogischer Charakter von der rechten Art war. Die Thonschicht, oder eine andere, dem Wasser undurchdringliche Schicht, wird verursachen, dafs der Boden, wenn er nicht von hinreichender Mächtigkeit ist, nafs und daher für den Zweck, zu dem man ihn sonst bestimmt haben würde, untauglich wird. Der Beobachter mufs die Mächtigkeit der Thon- oder anderen Schicht und die Natur des darunter liegenden Gesteins bestimmen. Besteht die Schicht aus Thon und ist sie nicht zu mächtig, und ist das darunter liegende Gestein porös, so wird er im Stande seyn, aus dem geologischen und physischen Charakter des Landes zu beurtheilen, ob es besser ist, die Thonschicht an mehreren Stellen zu durchbohren, und radienartig nach diesen Bohrlöchern führende Abzugsrinnen anzulegen, oder das Land auf die gewöhnliche Weise zu entwässern. Bei einem ausgedehnten, hohen, hier und da von tiefen Thälern durchschnittenen Tafellande (*table land*) möchte die erste Entwässerungsart die wohlfeilere seyn, obgleich sie wohl niemals, wenn nicht einmal durch Zufall, ausgeführt worden ist. Wir haben Theile eines Tafellandes gesehen, das einen guten, aber kiesligen Boden *a*, Fig. 133., hatte, der auf einem zähen Thon *b*

Fig. 133.

ruhte, und auf natürliche Weise nach diesem Princip entwässert war, indem Pfeiler von Kreide *c c*, an mehreren Stellen durch den Thon hindurch bis in den steinigen Boden

drangen. Die Theile des Bodens über und neben den Kreidepfeilern wurden durch die bekannte Eigenschaft dieses Gesteins, die Feuchtigkeit schnell zu absorbiren, völlig entwässert, während die entfernteren Theile nafs und schwer blieben.

Findet ein Landwirth es schwierig und kostspielig, unter den angegebenen Bedingungen den Boden auf die gewöhnliche Weise zu entwässern, und ist der zu entwässernde Theil so gelegen, wie *a*, Fig. 134., so wird das Wasser,

Fig. 134.

wenn er die Thonschicht *b b* mit zahlreichen Löchern durchbohrt, von dem porösen Gestein *c c* aufgenommen werden und, im Falle die Schicht *c c* auf einer dem Wasser undurchdringlichen Schicht *d d* ruht, in den Thälern *v v* als Quellen wieder zu Tage kommen. Wird das Wasser indefs nicht durch eine solche Schicht aufgehalten, so wird es auf die gewöhnliche Weise tiefer in das Innere eindringen.

c) Wenn ein Beobachter einen schweren Boden findet, der durch Zersetzung eines dichten Gesteins, wie gewisse Sandsteine und Schiefer der Grauwackengruppe, oder andere von gleicher mineralogischer Zusammensetzung, ihr geologisches Alter mag seyn, welches es will, entstanden ist, so mufs er seine Aufmerksamkeit auf die Schichtung der Gesteine richten, die das Hauptmaterial zu dem Boden liefern, da die Möglichkeit, den letzteren zu verbessern, sehr von diesem Umstande abhängt. Fig. 135. stelle z. B. die Schichtung einer Reihe von

Fig. 135.

Gesteinen dar, die einen schweren Thonboden geben, und bei *a* horizontal, bei *b* gewunden sind und bei *c* unter einem beträchtlichen Winkel fallen. Nehmen wir nun an, dafs diese Gesteine, wie es gewöhnlich der Fall ist, fast undurchdringlich für das Wasser sind, und das der Boden über der

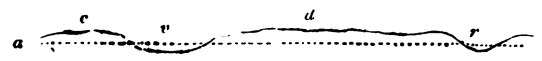
ganzen Oberfläche *a b c* durch künstliche Mittel leichter gemacht werden soll, so wird dies bei *a* und bei *c* einen ganz verschiedenen Erfolg haben, indem bei *a* immer noch eine, das Wasser aufhaltende Schicht unter dem Boden liegt, während die Zwischenräume zwischen den Schichten bei *c* zur Entwässerung des Landes dienen. Wenn daher der Boden auf eine solche Weise leichter gemacht werden soll, dafs das Wasser bis zu den Köpfen der Schichten bei *c* frei hindurch dringen kann, so mufs man darauf sehen, dafs diese Schichtenköpfe durch Gräben blofsgelegt werden, damit die Zwischenräume der Schichten nicht durch Thontheilchen verstopft sind. Dann kann der Boden weit trockener gemacht werden, als er zuvor war. Richtet ein Beobachter seine Aufmerksamkeit auf zwei von ähnlichen Gesteinen herstammende Bodenarten, von welchen die eine auf einem, nahe horizontal geschichteten Gestein, die andere auf den Köpfen sehr geneigter Schichten ruht, so wird er häufig finden, dafs erstere schwer und letztere vergleichungsweise leicht ist, aus dem einfachen Grunde, weil die eine auf natürliche Weise entwässert wird und die andere nicht.

d) Obgleich ein Geologe die Ueberzeugung haben kann, dafs unter einer wasserdichten Schicht ein poröses Gestein nahe der Oberfläche vorkommt, so ist doch kaum zu erwarten, dafs der Ackerbauer mit der Struktur der Gesteine unterhalb der wenigen Fufs, die er in seinen tiefsten Gräben erreicht, bekannt ist. Er kann sich indefs hierüber genügende und für ihn oft sehr wichtige Auskunft verschaffen, wenn er gute geologische Charten zu Rathe zieht, die in einem grofsen Maafsstabe entworfen sind, wodurch er einen Ueberblick von dem Raum erhält, den ein Gestein an der Oberfläche einnimmt. Die Durchschnitte, welche dergleichen Charten begleiten müssen, zeigen ihm die relative Lage der Gesteine gegen einander unter dem Boden. Nimmt er nun die Abhandlungen zur Hand, welche diese Charten und Durchschnitte erläutern, und verbindet er sorgfältig die darin befindlichen Bemerkungen über die Struktur und Zusammensetzung der Gesteine zuerst mit der relativen Stellung der Gesteine, wie es die Durchschnitte angeben, und dann mit den Theilen der Oberfläche, die ein jedes Gestein, den Charten zufolge, einnimmt, so wird er, ohne sich mit denjenigen Fragen zu befassen, die den höheren Zweigen der Geologie angehören, sich eine Masse von Kenntnissen in Betreff der unter dem Boden eines bestimmten Distrikts befindlichen

Gesteine erwerben, die ihm bei der Bearbeitung des Landes von Nutzen seyn können, wenn auch diejenigen, welche die Charten und Durchschnitte zeichneten und die Abhandlungen schrieben, nicht daran dachten, dafs der Ackerbau irgend einen Nutzen aus der Geologie ziehen könne.

e) Selbst eine Kenntnifs der Verwerfungen (pag. 158.), die häufig ein Land durchsetzen, kann dem Ackerbauer bei Entwässerung des Landes von Nutzen seyn. Einige dieser Spalten oder Verschiebungen gestatten dem Wasser den Durchgang, und wirken als Hauptabzugsgräben für einige Theile des Landes, was den Bergleuten in den metallführenden Distrikten zu ihrem Schaden nur zu gut bekannt ist. Andere sind mit Substanzen ausgefüllt, die, wie Thon, das Durchdringen des Wassers von der einen Seite der Spalte nach der andern verhindern; ein Umstand, der in einigen Kohlengebirgen sehr schätzbar ist; denn indem durch diese Verwerfungen Massen des Gesteins eingeschlossen werden und das Wasser derselben durch Maschinen ausgepumpt wird, so hat der Bergmann nur gegen dasjenige Wasser zu kämpfen, welches in jeder dieser abgesonderten Massen enthalten ist, da die umliegenden Verwerfungen jeden Zufluſs abschneiden. Es ist klar, dafs dem Ackerbauer die erste Art der Verwerfungen bei Entwässerungen von Nutzen seyn kann. Verwerfungen können die Entwässerung hoher Tafelländer befördern, selbst wenn ihre Fortsetzungen quer über die Thäler, welche die Oberfläche solcher Tafelländer durchschneiden, die Oberfläche reichlich mit Wasser versehen, wie es Fig. 136. zeigt. *a b* sey in dieser Figur das Niveau,

Fig. 136.



in welchem eine Verwerfung einen Ueberfluſs an Wasser enthält, welches in den Thälern *v v*, die bis unterhalb des Niveau's *a b* in die Oberfläche des Landes einschneiden, leicht zu Tage heraustritt. Wenn nun *c d* die Tafelländer sind, worin die Verwerfung niedersetzt, so wird das auf denselben befindliche und auf natürliche oder künstliche Weise in die Verwerfung geleitete Wasser, welches auch seine relative Höhe seyn mag, streben, bis zu dem Niveau hinabzudringen, in welchem die Spalte eine Quantität Wasser

enthält, und das wir hier durch die Linie *a b* bezeichnet haben.

f) Da die Natur eines Bodens so wesentlich von der mineralogischen Zusammensetzung und der Struktur des darunter liegenden Gesteins abhängt, so mufs der Landbauer auf den Vortheil bedacht seyn, den ihm die Mischung der Bestandtheile von zwei oder mehreren Gesteinen gewährt, indem er dadurch einen Boden erhält, der besser ist als der natürliche über einem jeden dieser Gesteine. Dies geschieht zuweilen, wenn dasjenige Gestein, welches man Mergel nennt, und dessen Beimischung für sehr zuträglich gehalten wird, sich in der Nähe des Bodens findet, über den es dann ausgebreitet wird. Der Ackerbauer thut hierbei nichts weiter, als dafs er zu seinem Boden eine Mineralmasse hinzufügt, die entweder gar nicht oder doch nicht in gehöriger Menge durch die Zersetzung des darunter liegenden Gesteins geliefert worden war. Es lassen sich noch mehrere andere nützliche Mischungen mit den Bestandtheilen der, entweder neben oder unter einander vorkommenden Gesteine vornehmen. Einige dieser Mischungen sind so deutlich, dafs wir, bei Untersuchung der geologischen Beschaffenheit einiger Gegenden, erstaunt gewesen sind, dafs die gröfsere Fruchtbarkeit an solchen Stellen, wo die Bestandtheile von zwei neben einander liegenden Gesteinen auf ihrer Berührungslinie zufällig vermischt worden sind, die Ackerbauer nicht veranlafst hat, die Ursache hiervon zu untersuchen.

Kohlensaure Kalkerde kann sich natürlich nicht in denjenigen Bodenarten finden, die von Gesteinen herstammen, welche sie nicht enthalten — wenigstens mufs jeder etwa darin vorkommende Antheil derselben aus den Ueberresten von Schneckenschalen u. dergl. entstanden seyn. Nun sind aber die Gesteine, welche keine kohlensaure Kalkerde enthalten, sehr zahlreich, namentlich unter verschiedenen der älteren Gesteinreihe, und da das Vorhandenseyn der kohlensauren Kalkerde in einem Boden so wichtig ist für den Ackerbauer, so ist es offenbar in seinem Interesse, sie da hinzuzufügen, wo sie fehlt, oder nur sparsam vorkommt. Die Anwendung des gebrannten kohlensauren Kalks auf die Verbesserung des Bodens ist so bekannt, dafs wir sie gar nicht erwähnt haben würden, wenn wir nicht oft gesehen hätten, dafs Landwirthe ihr Land übermäfsig damit vermischen, ohne im Geringsten Rücksicht zu nehmen auf irgend einen anderen Mineralbestandtheil, oder auf die Verhältnisse

solcher Bestandtheile, welche den verschiedenen Kulturarten am besten entsprechen. Die grofse Mehrheit der Landwirthe scheint in der That zu glauben, dafs alle Pflanzen gleich gedüngt werden müssen und dafs, was für eine Pflanze gut ist, es auch für alle übrigen seyn mufs. *).

g) Da gewisse Gesteine, mineralogisch betrachtet, durch Zersetzung ihrer Oberfläche ähnliche Bodenarten geben, so mufs der Beobachter seine Aufmerksamkeit auf die verschiedenen Pflanzen richten, die, dem Klima gemäfs, am besten auf jeder Bodenart gedeihen. Dies Studium, welches man geologische Botanik nennt, ist schon durch lokale Untersuchungen gefördert worden, aber bis jetzt hat man noch keine ausgedehnte Ansichten darauf gegründet. Es ist offenbar für den Landwirth von grofsem Interesse. Auf diese Weise hat man gefunden, dafs gewisse Pflanzen von geringem Werthe sind, wenn sie auf anderen, als den passenden Gesteinen angebaut werden. Der Pfefferstrauch auf Jamaica giebt ein gutes Beispiel hiervon, da er nur dann einträglich ist, wenn er auf der weifsen Kalksteinformation dieser Insel angebaut wird. Andere Arten des Anbaues gelingen wohl einigermafsen auf mehreren Gesteinarten, aber sie geben doch immer auf einem oder zwei besonderen Gesteinen vorzugsweise den gröfsten Gewinn. Auch der Alluvialboden ist verschieden an Werth, wie man wohl erwarten darf, da Theile desselben gewissermafsen durch das Abspülen von Distrikten

---

*) Ein merkwürdiges Beispiel davon, dafs diejenigen, welche einen Boden mit Mineralmasse vermischen, nicht den geringsten Begriff von dem haben, was sie thun, findet man in den nordwestlichen Theilen von Devonshire. Das dort vorkommende Gestein ist Grauwacke, aus sandigen Schichten und Schiefer bestehend, die zum gröfsten Theile keine kohlensaure Kalkerde, aber viel Alaun- und Kieselerde enthalten. Das Land ist keinesweges fruchtbar, und bringt dem Landmanne nur wenig Gewinn. Nun ist es allgemein in diesem Lande gebräuchlich, von der oft mehrere Meilen entfernten Meeresküste Sand zu holen und ihn mit dem Boden zu vermischen, dessen Fruchtbarkeit dadurch vermehrt wird. Man glaubt auch allgemein, dafs der Sand deshalb nützlich für das Land sey, weil er es lockerer mache, obgleich die Landwirthe wissen, dafs dieselbe Menge eines anderen, auch an der Küste vorkommenden Sandes nicht die nämliche gute Wirkung hervorbringt. Die Wahrheit aber ist, dafs der Sand, den man von den Küsten holt, hauptsächlich und zuweilen fast ausschliefslich aus zerriebenen, von den Wellen an die Küste geworfenen Meeresmuschelfragmenten besteht und daher kohlensaure Kalkerde enthält, und so fügen die Landwirthe, ohne es zu wissen, dem Boden eine Mineralsubstanz hinzu, die ihm fehlt und die nothwendig ist, um ihn einigermafsen fruchtbar zu machen.

gebildet wurden, die gewöhnlich aus verschiedenen Gesteinen bestehen.

Einige Bodenarten werden deshalb oft zu gering geschätzt, weil nicht alle oder der gröfste Theil der auf ihnen versuchten Arten des Anbaues einen guten Ertrag geben. Im Westen Englands verachtet man oft den Granitboden, und er ist allerdings untauglich für mehrere Kulturarten — aber man hat doch gefunden, dafs die Kartoffeln gut darin gedeihen. So giebt der Granitboden um Moreton Hampstead in Devonshire die besten Kartoffeln für den Markt von Exeter, obgleich es auch noch andere Orte in der Gegend giebt, die dem Gedeihen dieser Pflanze günstig sind. Wir wollen indefs nicht weiter in diesen Gegenstand eingehen. Der Zusammenhang zwischen dem Werthe des Bodens und dem darunter liegenden Gestein wird sich stets dem Beobachter aufdrängen, und er hat nur nöthig, Thatsachen dieser Art aufzuzeichnen, um eine Menge werthvoller Kenntnisse über diesen Gegenstand zu erlangen.

II. Kunststrassen.

Dafs die Kosten der Anlegung einer neuen Kunststrafse oder der Istandhaltung einer alten sehr von der Art des darunter liegenden Bodens, von der Leichtigkeit, die erforderlichen Steine herbeizuschaffen und von der Festigkeit der verschiedenen in die Gesteine zu machenden Einschnitte abhängen, ist allgemein bekannt; weniger jedoch, dafs diese Umstände von der geologischen Struktur des Landes abhängig sind, und dafs diejenigen, welche eine Kenntnifs dieser Struktur besitzen, zu entscheiden vermögen, ob die eine oder die andere Richtung zur Anlegung einer neuen Kunststrafse kostspieliger ist; ferner, ob es vorzuziehen ist, eine alte Strafse auszubessern, oder lieber eine ganz neue anzulegen, und endlich, welche Steinarten zum Strafsenbau die geeignetsten sind. In England werden jährlich aus Mangel an gehöriger Beachtung dieses letzteren Umstandes, bedeutende Summen weggeworfen. Wir haben Beispiele gesehen, wo man zu einer neuen Kunststrafse die Steine aus der Entfernung von mehreren Meilen herbeiholte, obgleich man ein besseres Material ganz in der Nähe hatte. Es mochten allerdings keine Steinbrüche für das bessere Material eröffnet seyn, aber ein Jeder, der nur geringe geologische Kenntnisse besitzt, würde leicht die dazu geeigneten Stellen angeben können.

Bei Anlegung von Kunststrafsen nimmt man gewöhnlich fast nur auf das Niveau und die Entfernung Rücksicht, und wenn von zwei Richtungen die eine geringen Vortheil in dieser Beziehung darbietet, so wählt man diese, obgleich oft geringe geologische Kenntnisse hinreichend seyn würden, um zu zeigen, dafs nicht nur die Kosten der Anlegung, sondern auch der Instandhaltung dieser Strafse, weit bedeutender seyn würden, als wenn man die andere Richtung gewählt hätte. Gute geologische Charten sind in dieser Beziehung höchst werthvoll, da sie diejenigen, welche über Gegenstände dieser Art zu entscheiden haben, in den Stand setzen, sogleich die Art der Gesteine kennen zu lernen, über die eine projektirte Kunststrafse hinweggeführt werden soll. Sie zeigen auch die Nähe derjenigen Gesteine, die ein gutes Material zum Bau neuer, oder zur Ausbesserung alter Strafsen liefern.

a) Bei dem Durchbrechen geschichteter Gesteine mufs man sich daran erinnern, dafs Quellenzüge durchschnitten werden können, die dann nachtheilig auf die Strafse einwirken, und dafs ferner durch Unaufmerksamkeit eine harte Schicht durchschnitten und die Strafse auf Thon oder anderen losen Massen angelegt wird, in welchem Falle dann, um den Grund fest zu machen, unnöthige Kosten verursacht werden. Bei allen tiefen, zur Erniedrigung von Bergen gemachten Einschnitten mufs der Beobachter die mineralogische Struktur des Gesteins aufzeichnen, so dafs, wenn es der Atmosphäre ausgesetzt wird, die den Seiten gegebene Neigung genügend gefunden werden kann und die Entwässerung der Strafse gesichert ist.

b) Bei der Wahl des Materials für Kunststrafsen mufs der Beobachter sich erinnern, dafs die Steine auf derselben nicht nur der Friktion, sondern auch den Stöfsen und dem Druck der über sie hinrollenden Lasten ausgesetzt sind, und dafs daher eine sowohl zähe als auch harte Substanz erforlich ist. Die Gesteine sind nun in Betreff dieser Eigenschaften sehr verschieden, und diejenigen, welche einige Aufmerksamkeit auf die Arten der zum Strafsenbau verwendeten Steine gerichtet haben, müssen die Bemerkung gemacht haben, wie häufig von Baubeamten und Anderen die harten Steine vorgezogen werden, wenn zähes Material gleich nahe und gleich wohlfeil zu haben war. So ist es merkwürdig zu sehen, wie häufig im südwestlichen England die im Gerölle vorkommenden Feuersteine aus der Kreide dem

Hornstein aus dem Grünsand vorgezogen werden. Gesteine, deren Bestandtheile einen ungleichen Grad von Zähigkeit besitzen, sind weit geringer an Werth, als diejenigen, die eine durchaus gleiche Textur haben. So geben die Granite meistentheils ein schlechteres Material zu Kunststrafsen, als die Trappgesteine. Die ungepflasterten, so genannten Macadamisirten Strafsen in London beweisen, wie leicht der Granit in Pulver verwandelt wird, wenn er beständig den Stöfsen und der Reibung der darüber hin passirenden Pferde und Wagen ausgesetzt ist. Solche Strafsen werden bald staubig oder kothig, je nach dem Wetter. Seit Kurzem hat man Trappgesteine zum Pflastern einiger Strafsen in London angewendet, und obgleich sie anfangs theuerer seyn mögen, so sind die Kosten im Ganzen doch nicht so bedeutend, weil ihre Dauer gröfser ist, als die des Granits.

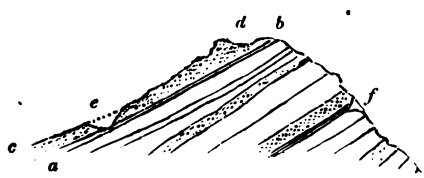
Diejenigen Granite, in welchen der Feldspath schön auskrystallisirt ist, sind die schlechtesten für den Strafsenbau, indem die Krystalle, wenn sie dem Druck ausgesetzt sind, bald zerbröckeln; dagegen sind diejenigen Granite, worin Hornblende vorherrscht und der Feldspath dichter ist, für den genannten Zweck die geeignetsten. Der Werth der Trappgesteine als Pflastersteine ist sehr verschieden; selbst der nämliche Steinbruch liefert ein an Zähigkeit verschiedenes Material. Ganz besonders werthvoll sind einige Grünsteine, so wie gewisse Gabbro- und Hypersthen-Gesteine. Wenn man kein anderes Werkzeug zur Bestimmung der relativen Zähigkeit der Gesteine hat, so kann man sich eines grofsen eisernen Mörsers dazu bedienen, und wenn ein Beobachter die zu dieser Untersuchung bestimmten Stücke von derselben Gröfse nimmt, wie sie zum Strafsenbau verwendet werden und sie dann einzeln zerkleinert, so kann er einen ungefähren Begriff von dem relativen Werthe derselben erhalten. Man hat Maschinen zur Bestimmung der relativen Tauglichkeit der Steine zum Strafsenbau erfunden, und es würde keine Schwierigkeit machen, dergleichen zu konstruiren, wodurch die relative Zähigkeit der Steine mit ziemlicher Genauigkeit bestimmt werden könnte. Wenn wir zum Bau einer Kunststrafse das gehörig zähe Material verwenden, so vermindern wir dadurch nicht nur die Kosten ihrer Unterhaltung, sondern auch das durch öfteres Auftragen neuer Steine jährlich verursachte Hindernifs, wodurch die Bewegung der Wagen so sehr verzögert und die Arbeit der Pferde bedeutend erschwert wird.

c) Die verschiedene Dauer des aus verschiedenen Gesteinschichten entnommenen Materials zum Strafsenbau ist so beträchtlich, dafs diejenigen, welche für die Herbeischaffung desselben zu sorgen haben, sich in den Gegenden, wo solche Gesteine vorherrschen, mit dem Streichen und Fallen derselben bekannt machen sollten. Die Fälle, wo durch einfache Anwendung dieser geologischen Kenntnisse unnöthige Ausgaben hätten erspart werden können, sind weit zahlreicher, als diejenigen zu glauben geneigt seyn mögen, die ihre Aufmerksamkeit nicht auf diesen Gegenstand gerichtet haben.

d) Der Beobachter mufs in allen Fällen, sowohl bei geschichteten, als bei massigen Gesteinen, sorgfältig darauf sehen, dafs die zu den Kunststrafsen angewendeten Steine nicht von den oberen Theilen oder von der Wetterseite der Steinbrüche entnommen werden, wo sie mehr oder weniger der zersetzenden Einwirkung der Atmosphäre ausgesetzt und daher für den beabsichtigten Zweck nicht so brauchbar sind, als die von solchen Stellen entnommenen, wo die zersetzenden Ursachen kaum eingewirkt haben.

e) Wenn Kunststrafsen in die Abhänge der Berge einschneiden sollen, so mufs der Beobachter, wenn die unterliegenden Gesteine geschichtet sind, das Fallen derselben und ihre allgemeine Struktur mit besonderer Sorgfalt bestimmen, indem mancherlei Unglück dadurch vermieden werden kann. Fig. 137. sey z. B. der Durchschnitt eines Berges, der aus

Fig. 137.



Schichten besteht, die alle nach der nämlichen Richtung fallen. *c d* sey eine Sandsteinschicht, die auf einem weichen Thon *a b* ruht. Wird nun ein Einschnitt, *e*, in den Berg gemacht, so wird dadurch der Zusammenhang der Schicht *c d* aufgehoben, und der Theil *d* wird das Bestreben zeigen, auf den Einschnitt *e* hinabzugleiten. Macht man auf der anderen Seite des Berges, wo eine ähnliche Schichtenfolge statt findet, einen Einschnitt, *f*, so wird daselbst kein Herabgleiten der oberen Massen auf die unteren entstehen. Wenn daher,

Behufs der Anlegung einer Kunststrafse, Einschnitte gemacht werden sollen, so mufs man nicht nur in den angegebenen Fällen, sondern auch bei Schiefern und anderen Gesteinen, wo die Kohäsion zwischen den Schieferblättern oder Schichten gering und das Fallen etwas sehr geneigt ist, denjenigen Thalwänden oder Bergabhängen den Vorzug geben, wo die Schichten, wie bei *f*, nach dem Innern des Berges oder Gebirges zu fallen.

III. Kanäle.

Bei der Anlegung von Kanälen, namentlich wenn Tunnels dabei angewendet werden müssen, ist eine Kenntnifs der geologischen Struktur des Landes nicht weniger nothwendig, als bei dem Bau der Kunststrafsen. Die Wahrscheinlichkeit, auf Quellen zu treffen, die poröse, oder für das Wasser undurchdringliche Beschaffenheit der zu durchbrechenden Gesteine, so wie die Arten derselben, dies Alles kann der, welcher die geologische Struktur der Gegend untersucht hat, gröfstentheils vorherbestimmen. Gute geologische Charten sind daher für diejenigen, die Kanäle anlegen wollen, von grofsem Werthe. Sie zeigen zugleich die verschiedenen Mineralsubstanzen, die für den Handel mit Vortheil an den Kanal geschafft werden können. Vermöge einer solchen Kenntnifs hat man Kanäle an Gegenden, wo Kalkstein, Kohlen oder Metalle vorkommen, vorbei oder durch sie hin geführt.

Es ist bekannt, dafs Kanäle oft gröfsere Kosten verursachen, als man anfangs glaubte, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil die durchschnittenen Gesteine leicht Wasser absorbiren, wefshalb es nöthig wird, das Kanalbette wasserdicht zu machen. Wo der Wasserzufluſs beschränkt ist, da ist eine ausgedehnte Strecke eines porösen Gesteins eine bedeutende Schwierigkeit; doch läfst sich dieselbe zuweilen durch eine hinlängliche Kenntnifs der geologischen Struktur des zu durchbrechenden Distrikts heben, denn diese Kenntnifs wird den Baumeister in den Stand setzen, seinen Plan so zu entwerfen, dafs er, so viel wie möglich, die porösen Gesteine vermeidet. Man mufs sich indefs erinnern, dafs die Kenntnifs der Gesteine an der Oberfläche noch keinen Aufschlufs giebt über die von dem Kanal zu durchschneidenden, wenn man sich nicht zugleich über die Art des Vorkommens der Gesteine in der Gegend unterrichtet

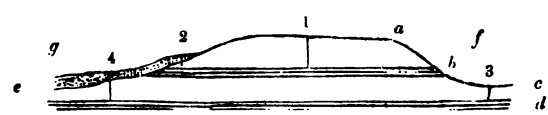
und darauf achtet, welche Gesteinarten in bestimmten Tiefen an verschiedenen Orten vorkommen. Es liegt z. B. ein feiner, wasserdichter Thon an der Oberfläche und ruht auf einem porösen Sandstein, und wenn man daher dem Niveau folgt, so durchschneidet man vielleicht den ersteren und gründet das Kanalbette auf letzteren.

IV. Brunnen.

Es wird dem geologischen Beobachter keine Schwierigkeiten verursachen, durch seine Kenntnisse zu bestimmen, ob in einer bestimmten Gegend, mit Wahrscheinlichkeit vermittelst Brunnen Wasser zu erlangen ist oder nicht. Die wichtigsten Brunnen sind die sogenannten Artesischen, die senkrecht in die Erde nieder gebohrt werden und aus denen das Wasser reichlich und ununterbrochen ausströmt, und zwar oft in solchen Gegenden, wo dieses nothwendige Lebensbedürfnifs aufserdem nur schlecht oder in geringer Menge vorhanden ist. Obgleich diese Brunnen mit geologischen Untersuchungen in innigem Zusammenhange stehen, so müssen wir sie doch, aus Mangel an Raum, übergehen *), und nur die in verschiedenen Theilen der Erde so gewöhnlichen betrachten.

a) Läfst der Beobachter diejenigen Quellen unberücksichtigt, die aus Verwerfungen hervorkommen, oder, mehr oder weniger wasserreich, aus dem Kalkstein oder anderen höhlenreichen Gesteinen hervorstürzen, so hat er sich nur daran zu erinnern, dafs die gewöhnlicheren Quellen dadurch entstehen, dafs das Regenwasser durch poröse Gesteine bis zu undurchdringlichen Gesteinen, wo es aufgehalten wird, hindurchdringt, und er wird zu beurtheilen vermögen, ob in einer Gegend mit gröfserer oder geringerer Leichtigkeit vermittelst der Brunnen Wasser zu erhalten ist. Fig. 138.

Fig. 138.



stelle z. B. den Durchschnitt eines Berges dar, der aus einem

*) S. oben die Anmerkung pag. 129. A. d. U.

porösen, kieseligen Sandstein *a*, einer Thonschicht *b*, einem porösen, etwas kalkhaltigen Sandstein *c* und einer anderen Thonschicht *d* besteht, die sämmtlich in dem Thale *f* frei zu Tage liegen, während sie in dem Thale *g* von einem porösen Gerölle bedeckt sind. Um nun auf dem Gipfel des Berges Wasser durch Brunnen zu erhalten, mufs man durch *a* hindurch bis auf den Thon *b* niedergehen, wo das durch *a* hindurchgesickerte Regenwasser aufgehalten wird. Diese Wasserlinie wird sich wahrscheinlich in dem Thale *f* durch eine Reihe von Quellen kund geben, aber in dem Thale *g* werden die Quellen, welche gleichfalls dort ausfliefsen, (des Beispiels wegen nehmen wir die Schichten als horizontal an) unter dem Gerölle *e* verborgen bleiben und sich zwischen demselben und dem Thon bis zu dem porösen Sandstein *c* auf jener Seite hindurch ziehen. Wird daher bei 2 ein Brunnen gegraben, der durch das Gerölle hindurch geht, so erreicht man dieselbe Wasserlinie, welche den Brunnen 1 mit Wasser versorgt und in dem Thale *f* Quellen bildet. Ein bei 3 in dem Thale *f* gegrabener Brunnen giebt das durch die Thonschicht *d* aufgehaltene Wasser, welches wahrscheinlich von anderer Beschaffenheit ist, als das über *b* erhaltene, weil es eine andere Gesteinart durchdrungen hat. Um in dem Thale *g* dieselbe Wasserlinie zu errreichen, mufs man das Gerölle *e* und den Sandstein *c* durchbohren und wenn eine schwache, von *b* herstammende Thonschicht das Gerölle *e* von dem Sandstein *c* scheidet, so wird der Brunnen 4 zuerst das über *b* und dann das über *d* befindliche Wasser geben.

b) Der Beobachter wird leicht einsehen, dafs mannichfaltige Umstände den Wasservorrath der Brunnen in verschiedenen Gegenden modificiren können; wenn er indefs auf die geologische Struktur einer jeden Lokalität achtet, um sich eine Kenntnifs von der wahren relativen Lage der porösen und der undurchdringlichen Schichten zu verschaffen und den Einflufs der Verwerfungen, wenn dergleichen vorkommen, gehörig berücksichtigt, so wird ihm dieser Gegenstand keine grofse Schwierigkeit machen.

c) Wenn die das Wasser aufhaltende Schicht nur wenig mächtig ist, so mufs man sorgfältig darauf sehen, dafs sie nicht durchbohrt wird, weil sonst, wenn das folgende Gestein porös ist, das Wasser in dasselbe eindringt.

d) Bei sehr geneigten und selbst vertikal stehenden Schichten erhält man zuweilen dadurch Wasser in verschie-

denem Niveau, dafs die Schiefer, welche bis zu einem gewissen Grade das Wasser hindurchlassen, bis zu jenem Niveau damit gesättigt sind. Wird daher an solchen Stellen ein Brunnen gegraben, so dringt das Wasser in denselben ein und füllt ihn bis zu der Linie der Sättigung. Der Beobachter wird in Schiefergebirgen häufig in den sehr geneigten oder vertikal stehenden Schichten kleine Höhlungen finden, die nach diesem Prinzip mit Wasser gefüllt sind.

V. Bergbau.

Wir wollen in den verwickelten Gegenstand des Bergbaues nicht weiter eingehen, sondern nur darthun, wie nothwendig geologische Kenntnisse denjenigen sind, die Metalle oder Steinkohlen in Gegenden aufzufinden suchen, wo sie bisher noch nicht bekannt waren. Die, namentlich bei dem Aufsuchen von Steinkohlen weggeworfenen Summen, die durch den Besitz dieser Kenntnisse hätten erspart werden können, sind sehr bedeutend. Ein wenig schwarzer Schiefer oder ein Stück Braunkohle sind oft hinreichend, um viele Tausende in einer Gegend aufzuopfern, wo nicht die geringste Aussicht auf Erfolg vorhanden ist. Bei dem Aufsuchen von Metallen verhält es sich oft eben so. Es mag wahr seyn — und ohne Zweifel ist es auch so —, dafs besondere Metalle und die Steinkohlen nicht, wie man früher annahm, (in Bezug auf die ganze Erdoberfläche) auf Gesteine beschränkt sind, die in gewissen geologischen Perioden gebildet wurden; sondern man kann mit Sicherheit annehmen, dafs auf bestimmten Flächenräumen sowohl die Metalle, als die Steinkohlen eine bestimmte geologische Stellung haben. Obgleich daher z. B. in Yorkshire und zu Brora in Schottland Steinkohlen in der Oolithgruppe und Anthracit in der Grauwacke von Devonshire vorkommen, so wissen die Geologen sehr wohl, dafs gute bituminöse Steinkohle in Grofsbritanien sich nur in der Kohlengruppe (pag. 13.) findet.

Es ist durchaus nicht erwiesen, dafs die Steinkohlen von Australien von gleichem geologischen Alter mit dem Kohlengebirge Englands sind; in der That müfste man bei der Annahme, dafs alle mit Vortheil zu bearbeitende Steinkohlen demselben Zeitraume angehören, voraussetzen, dafs zu einer bestimmten geologischen Epoche auf der ganzen Erdoberfläche die Vegetabilien durch die damals gebildeten Gesteine eingeschlossen wurden, — dafs dieser Prozefs viele Zeitalter

hindurch ununterbrochen fortgedauert habe, — und dafs diese vegetabilischen Anhäufungen nur damals und weder vorher noch nachher wieder statt fanden, — eine Menge von Absurditäten, die eine geringe Bekanntschaft mit dem gegenwärtigen Stande der Geologie leicht wiederlegen wird.

a) Bei dem Aufsuchen von Steinkohlen müssen die Beobachter sich durch die Kenntnifs der geologischen Struktur bestimmter Flächenräume, in welchem Theile der Welt dieselben sich auch befinden mögen, leiten lassen. Eine Kenntnifs der allgemeinen geologischen Struktur des östlichen Australiens wird ohne Zweifel einst die Geologen jenes Landes in den Stand setzen, die Aufsuchung der Steinkohlen in gewissen Gesteinen anzuordnen, und von der Nachforschung in anderen dagegen abzurathen, eben wie die Englischen Geologen zu der Aufsuchung von Steinkohlen an geeigneten Stellen rathen und denjenigen, die an den zahlreichen anderen Orten sie aufzufinden bemüht sind, sagen, dafs sie nur Zeit, Arbeit und Geld unnütz verschwenden.

b) Auch hinsichtlich der Metalle ist die Kenntnifs der geologischen Struktur bestimmter Flächenräume erforderlich. Wie die Gesteine desselben geologischen Zeitraums oft ihren mineralogischen Charakter in horizontaler Richtung ändern, so hat man auch gefunden, dafs ihr Metallreichthum über ausgedehnte Flächenräume nicht konstant ist. Eine gehörige Erwägung dieses Gegenstandes würde uns indefs zu Erörterungen führen, die dem Zwecke dieses Werkes fremd sind. Es wird hinreichen, zu bemerken, dafs die Kenntnifs der geologischen Struktur der Britischen Inseln, Frankreichs, Deutschlands oder irgend eines anderen Landes, die geologischen Beobachter in den Stand setzen wird, anzugeben, dafs gewisse Gesteine oder gewisse Arten ihres Vorkommens nützliche Metalle darbieten, während das Aufsuchen derselben in anderen Gesteinen nur fruchtlos seyn kann. In England z. B. wird Niemand erwarten, in den Gruppen der Kreide und des Ooliths reiche Zinn- und Kupferminen zu entdecken, während das Aufsuchen derselben in der Berührung des Granits mit den Schiefergesteinen in Cornwall ganz richtig wäre.

VI. Baukunst.

Ohne Privatgebäude zu berücksichtigen, zu welchen, nach den Beweggründen, die ihre Errichtung veranlafsten, so verschiedenartiges Material angewendet wird, möge hier nur bemerkt werden, dafs eine Kenntnifs der allgemeinen Struktur der Gesteine und der Orte, wo sich das beste

Material findet, für diejenigen von Wichtigkeit ist, die mit der Leitung öffentlicher Bauwerke beauftragt sind. Ein Stein, der hinreichend dauerhaft ist, wenn er sich beständig unter Wasser befindet, ist dies vielleicht nicht, wenn er durch das Steigen und Fallen des Wassers in einem Flusse oder an einer, der Ebbe und Fluth ausgesetzten Küste abwechselnd nafs und trocken wird, oder wenn er ganz der Einwirkung der Atmosphäre ausgesetzt ist. Ein etwas poröser Sandstein z. B. wird sich gut halten, wenn er beständig unter Wasser bleibt, während er, namentlich in Klimaten, wo es friert, aus Ursachen, die früher (pag. 28.) angegeben worden sind, bald an der Luft zerbröckelt.

a) Ein Beobachter, der Steine auszuwählen wünscht, die den atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt werden sollen, wird wohl thun, die Art, wie sie an dem Orte ihres Vorkommens vom Wetter angegriffen sind, zu studiren. Er wird daselbst lernen, welcher Theil eines Gesteins, wenn es ein zusammengesetztes ist, durch solche Einflüsse leiden und unter welchen Bedingungen dies geschehen würde. Den Granit hält man gewöhnlich für ein passendes Material zu National-Monumenten. Einige Granite gehören indefs, obgleich sie anfangs, wenn sie aus dem Steinbruche kommen, hart und schwer zu bearbeiten seyn mögen, doch zu dem schlechtesten Baumaterial, indem der darin befindliche Feldspath sich durch die Einwirkung einer feuchten Atmosphäre in einem Klima, das in einem Theile des Jahres warm und in dem anderen kalt ist, leicht zersetzt. Doch sind Gesteine, die Feldspath enthalten, oft sehr dauerhaft. Einige der sogenannten Elvans (Gänge von Feldspath-Porphyr in Thonschiefer) von Cornwall scheinen aufserordentlich dauerhaft zu seyn, wenn sie den atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt sind; denn die aus diesem Material verfertigten, an der Aufsenseite der Kirchen in jenem Theile von England befindlichen Bildhauereien sind noch so vollkommen erhalten, als ob sie eben erst fertig geworden wären.

Gesteine, die, wie manche der sogenannten Quadersteine, leicht Feuchtigkeit absorbiren, sind durchaus untauglich zu den der Luft ausgesetzten äufseren Theilen öffentlicher Gebäude; denn in Ländern, wo Frost eintritt, bewirkt das Gefrieren der feuchten Oberfläche ein beständiges Abschälen derselben und führt endlich die gänzliche Zerstörung der aus diesen Steinen verfertigten Monumente herbei. Man schätzt oft die Quadersteine deshalb, weil sie sich anfangs, wenn sie aus dem Steinbruche kommen, leicht bearbeiten lassen, und

später, wenn man sie der Atmosphäre aussetzt, härter werden. Dies entsteht durch die Verdampfung des Wassers, welches der Stein enthält, wenn er noch in seiner natürlichen Lage ist und einen Theil des Gesteins bildet. Einige dieser Quadersteine absorbiren aber wieder Feuchtigkeit, während es andere nicht thun; letztere sind daher vorzuziehen, und diese Eigenschaft mufs sorgfältig ermittelt werden, ehe man Quadersteine zu Bauwerken auswählt.

Einige Quadersteine bestehen aus Sandtheilchen, die durch ein Bindemittel verbunden sind, das bei einigen kiesliger, bei anderen kalkiger Natur und bei noch anderen Eisenoxyd ist. Im ersten Falle würden die Quadersteine nicht durch die chemische Wirkung der atmosphärischen Einflüsse leiden, während im zweiten Falle das, Kohlensäure enthaltende Regenwasser die Kalkmasse auflösen und den Sand seines Bindemittels berauben würde; und im dritten Falle würden die atmosphärischen Einflüsse Rostflecke auf den Quadersteinen erzeugen und dadurch dem Ganzen ein schlechtes Ansehen geben.

Es ist allgemein bekannt, wie wenig Aufmerksamkeit man in England bei Errichtung von National-Monumenten auf die Dauerhaftigkeit des Materials verwendet hat. Es ist kein Mangel an gutem Material, wenn man es nur aufsucht, und es ereignet sich oft, dafs der Geologe es auffindet. Ein schöneres Material zu öffentlichen Bauwerken, als den bei Okehampton in Devonshire vorkommenden weifsen Granit, kann es wohl nirgends geben. Urtheilt man danach, wie das Gestein vom Wetter angegriffen worden ist, so mufs es aufserordentlich dauerhaft seyn. Es besteht aus weifsem Feldspath, Quarz und Glimmer und sieht so weifs aus, wie Statuen-Marmor. Bis jetzt ist dies Material, wie wir glauben, nur zu einem oder zwei Kaminstücken angewendet worden.

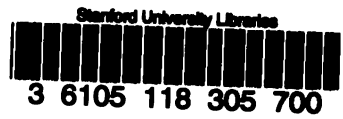
b) Zu Bausteinen für künstliche Häfen, Wellenbrecher, Kai's und Brücken mufs der Beobachter diejenigen auswählen, die zu den verschiedenen Theilen der auszuführenden Bauwerke die geeignetsten sind. Wo ein Wellenbrecher schweren, mit Strandkieseln beladenen Wellen widerstehen mufs, da ist ein härteres Material nothwendig, als da, wo er blofs der Einwirkung der reinen Wellen ausgesetzt ist. In beiden Fällen ist die Schwere eines Steines ein sehr zu berücksichtigender Gegenstand, denn je gröfser die Schwere in derselben Masse, um so gröfser ist auch, unter übrigens gleichen Umständen, der Widerstand, den letztere der Gewalt der Wellen entgegensetzt. Ein Beobachter mufs daher

die specifische Schwere eines Steines, den er zum Bau anwenden will, bestimmen. Mehrere Arten von Steinen, die sonst gleich brauchbar sind, können in dieser Beziehung sehr von einander abweichen, so dafs ein Hafendamm von bestimmten Dimensionen, nach Verhältnifs des angewendeten Materials, in der Schwere beträchtlich von einem anderen abweichen kann.

Bei dem Bau von Hafendämmen, Kai's und Brücken an Orten, wo der Wasserstand wechselt, sind die Materialien, die für einen Theil des Bauwerks gut sind, es nicht auch für den anderen. Manche Gesteine, die mit Vortheil da angewendet werden können, wo sie beständig unter Wasser bleiben, zersetzen sich, wenn sie der Atmosphäre ausgesetzt werden, namentlich, wenn sie durch den Wechsel von Ebbe und Fluth, oder durch andere, ein Fallen und Steigen des Wassers bedingende Ursachen abwechselnd nafs und trocken werden. Ein Beobachter kann sich oft hierüber Belehrung verschaffen, wenn er den Zustand der Gesteine an den Ufern eines Flusses und an der Meeresküste studirt, und die Geologen sind auf diese Weise oft mit denjenigen Orten bekannt, wo für die oben erwähnten Zwecke mit Vortheil ein Steinbruch zu eröffnen ist.

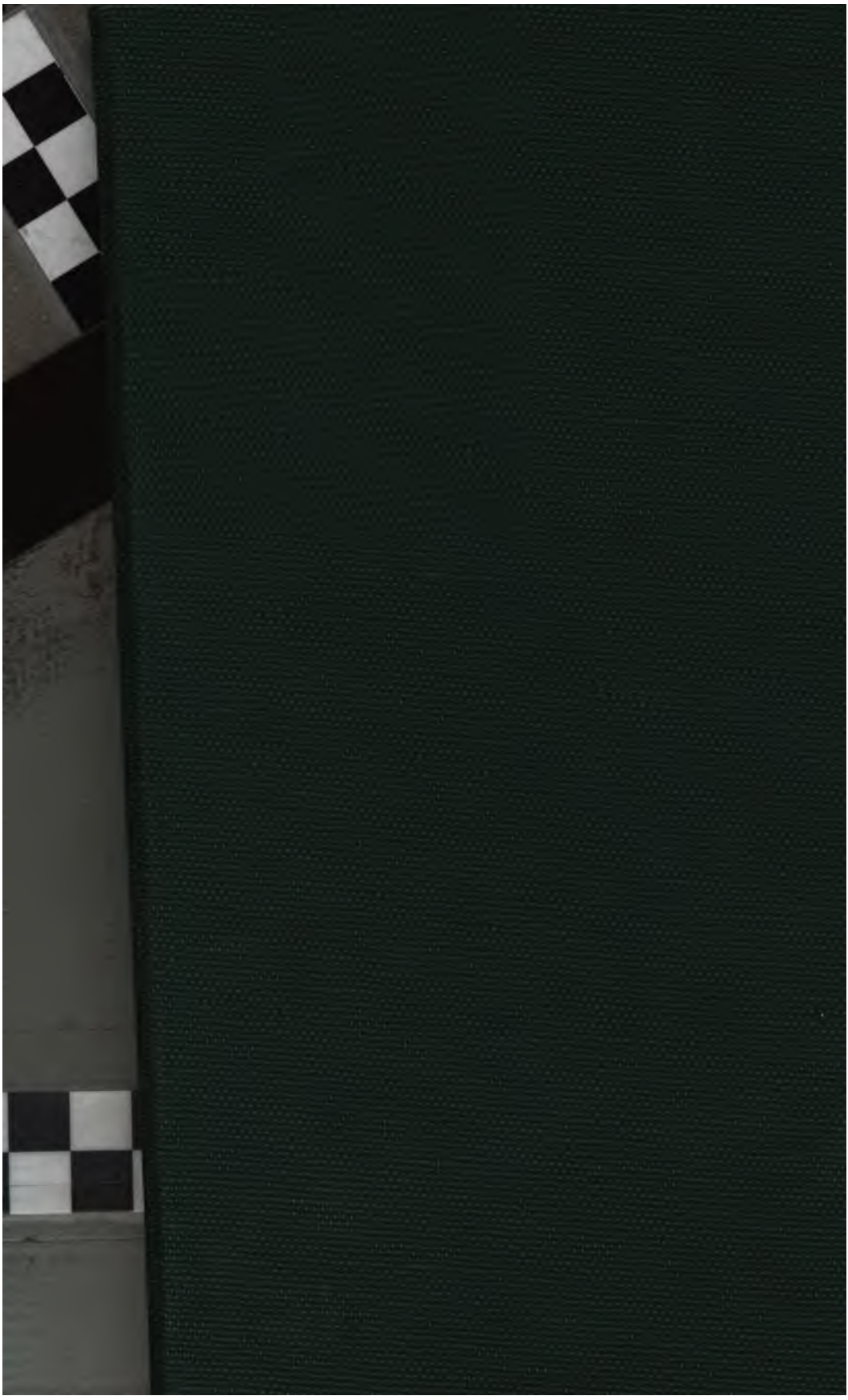
Es möchte hier vielleicht nicht am unrechten Orte seyn, auf den Nutzen eines National-Museums aufmerksam zu machen, das den Zweck hat, die Anwendung der Geologie auf die nützlichen Zwecke des Lebens, oder mit anderen Worten den Mineral-Reichthum des Landes anschaulich darzulegen. Die verschiedenen Mineral-Substanzen, welche zum Strafsenbau, zu öffentlichen Bauwerken oder zu Verzierungen angewendet werden, oder aus denen man nutzbare Metalle gewinnt, müssen, mit steter Rücksicht auf Belehrung, aufgestellt und ihre Fundorte auf guten Charten bemerkt werden. Auf diese Weise könnte eine Menge jetzt zerstreuter Kenntnisse gesammelt und diejenigen, welche sich dafür interessiren, in den Stand gesetzt werden, zu beurtheilen, in wie fern der bekannte Mineral-Reichthum des Landes zu irgend einem Unternehmen benutzt werden kann, dessen Leitung ihnen übertragen ist, oder das sie zur Zierde oder zum Besten des Landes zu befördern wünschen.

Berlin, gedruckt bei Petsch.



550.:
D331

Branner Earth Sciences Library

DATE DUE

GAYLORD